



Tugas Akhir : TI84833

PENINGKATAN PRODUKSI BAJA BETON DENGAN CARA
MEREDUKSI *DEFECT* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN
SIX SIGMA*
(STUDI KASUS : PT. HANIL JAYA STEEL)

Oleh :
RIZKY INDAH PERMATASARI
NRP. 0241154000099

Dosen Pembimbing :
Ir. Hari Supriyanto, MSIE.
196002231985031002

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2019



Final Project : TI84833

INCREASING REINFORCE STEEL PRODUCTION BY
REDUCING DEFECT USING LEAN SIX SIGMA METHOD
(STUDY CASE : PT. HANIL JAYA STEEL)

Author :
RIZKY INDAH PERMATASARI
NRP. 02411540000099

Supervisor :
Ir. Hari Supriyanto, MSIE.
196002231985031002

DEPARTEMENT OF TEKNIK INDUSTRI
FACULTY OF INDUSTRIAL TEKNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**PENINGKATAN PRODUKSI BAJA BETON DENGAN MEREDUKSI
DEFECT MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA*
(STUDI KASUS : PT. HANIL JAYA STEEL)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**RIZKY INDAH PERMATASARI
NRP. 02411540000099**

Mengetahui dan Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Hari Supriyanto, MSIE
196002231985031002

Surabaya, Januari 2019

(halaman ini sengaja dikosongkan)

APPROVAL SHEET

**INCREASING REINFORCE STEEL PRODUCTION BY REDUCING
DEFECT USING LEAN SIX SIGMA METHOD
(STUDY CASE : PT. HANIL JAYA STEEL)**

FINAL PROJECT

Submitted as a Requisite to Achieve a Bachelor Degree from
Departement of Industrial Engineering
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Author :

RIZKY INDAH PERMATASARI
NRP. 02411540000099

Approved by,
Supervisor

Ir. Hari Supriyanto, MSIE
196002231985031002

Surabaya, January 2019

(halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**PENINGKATAN PRODUKSI BAJA BETON DENGAN MEREDUKSI
DEFECT MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LEAN SIX SIGMA*
(STUDI KASUS : PT. HANIL JAYA STEEL)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RIZKY INDAH PERMATASARI

NRP. 02411540000099

Mengetahui dan Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Hari Supriyanto, MSIE

196002231985031002

Surabaya, Januari 2019



APPROVAL SHEET

**INCREASING REINFORCE STEEL PRODUCTION BY REDUCING
DEFECT USING LEAN SIX SIGMA METHOD
(STUDY CASE : PT. HANIL JAYA STEEL)**

FINAL PROJECT

Submitted as a Requisite to Achieve a Bachelor Degree from
Departement of Industrial Engineering
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Author :

RIZKY INDAH PERMATASARI

NRP. 0241154000099

Approved by,

Supervisor



Ir. Hari Supriyanto, MSIE

196002231985031002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Nama Mahasiswa : 0241154000099
NRP : RIZKY INDAH PERMATASARI

Tanggal Sidang : 9 Januari 2019

Judul TA : Peningkatan Kapasitas Produksi Baja Tulangan Beton di PT. Y Dengan Cara Mereduksi Karakteristik Produk Gagal Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma

Dosen Pembimbing : Ir. Hari Supriyanto, MSIE

Dosen Ko :

0

Keputusan

DITERIMA / DITOLAK (MOHON DILINGKARI)

NO	SARAN / CATATAN	PENGUJI	PARAF
1	Abstract → Hasil lata belatap → Waste yg lain → SOP tidak penuh data Rakitupan Batch atau satuan potential effect → FMEA Severity	B. Liana	9/1/2019 K. J. ... Dana
2	Steel Concrete → Reinforce stel SOP → Manual kerja		M. S. ...

Dosen Pembimbing harap menandatangani Lembar Evaluasi di bawah ini untuk konfirmasi bahwa Dosen Pembimbing menyetujui saran/catatan dari dosen Penguji.

Surabaya, 9 Januari 2019

Ir. Hari Supriyanto, MSIE

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	Rizky Indah Permabasari
NRP	:	02411540000099

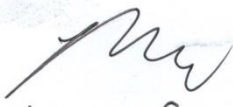
Bimbingan dari dosen : Ir. Hari Supriyanto, MSIE.

Telah melakukan konsultasi dan mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing sehubungan dengan kewajiban upload jurnal di POMITS dan tugas akhir di repository.its.ac.id.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, apabila dikemudian hari terbukti ada kekeliruan dan atau kesalahan saya bersedia menerima konsekuensinya.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing,



Ir. Hari Supriyanto

Surabaya, 21 Januari 2019

Yang membuat pernyataan,



Rizky Indah Permabasari

FORMULIR TELAHAH ARTIKEL POMITS

Nama : Rizky Indah Permatabasari

NRP : 02411540000099

Judul : Peningkatan Produksi Baja Beton Dengan Cara Mereduksi Defekt Menggunakan Kendelcatan Lean Six Sigma (Studi Kasus : PT. Hanil Jaya Steel)

Nama :

NRP :

Petunjuk Review :

Telaah artikel yang ada dan berikan tanda silang pada kotak yang tersedia dan isilah titik-titik yang sudah tersedia sesuai dengan hasil telaah.

A. Gaya dan Penataan (berilah tanda silang pada kotak yang tersedia)

	Ya	Tidak
1. Apakah judul sudah sesuai dengan isi artikel?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Apakah abstrak sudah memberikan pokok-pokok penting?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Apakah metodologi yang digunakan sesuai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Apakah data yang ditampilkan benar dan akurat?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Apakah tabel dan gambar sesuai dengan kebutuhan?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Apakah keterangan tabel dan gambar sudah sesuai?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Apakah kesimpulan sudah lengkap dan jelas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Apakah pustaka yang digunakan terbaru dan mendukung?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Apakah artikel ditulis dengan lugas dan jelas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Apakah penulisan sudah sesuai dengan gaya selingkung POMITS?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B. Kualitas Penilaian Artikel (isilah pada kotak yg terpilih dengan silang)	C. Rekomendasi (isilah pada kotak yg terpilih dengan silang)
<p>Ya Tidak</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> tidak menjiplak karya orang lain.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> tidak menggunakan perangkat lunak ilegal</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> tidak direncanakan untuk dipatenkan</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> tidak melanggar perjanjian kerjasama dengan pihak ketiga</p>	<p><input type="checkbox"/> tidak dipublikasikan</p> <p><input type="checkbox"/> dipublikasikan setelah perbaikan</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> dipublikasikan</p> <p>pada: Jurnal Teknik <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Jurnal Sains dan Seni <input type="checkbox"/></p> <p>Bidang : Manufaktur - Pengendalian Kualitas..</p>

D. Catatan atau Komentar Penelaah

Penelaah :

Rizky Indah Permatabasari

NRP : 02411540000099

Ir. Hari Supriyanto, MSIE.

NIP : 196002231985031002

[NAMA]

[NIP]

[NAMA]

[NIP]

(ttd)

(ttd)

(ttd)

(ttd)

FORMULIR HAK CIPTA ARTIKEL

JUDUL ARTIKEL: Peningkatan Produksi Baja Beton Dengan Cara Mereduksi Defect Menggunakan Pendekatan Lean Six Sigma (Studi Kasus : PT. Hanil Jaya Steel)

DAFTAR LENGKAP SEMUA PENULIS:

	Nama
1.	Rizky Indah Permabasari
2.	Ir. Hari Supriyanto, MSIE.
3.	
4.	

NRP/NIP

02411540000099

196002231985031002

AFILIASI:

TRANSFER HAK CIPTA

Yang bertandatangan di bawah ini **menyerahkan** hak di bawah hak cipta yang ada dalam artikel tersebut di atas kepada **Institut Teknologi Sepuluh Nopember** untuk:

(a) diperbanyak dan

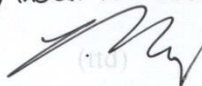
(b) diterbitkan dalam Publikasi Ilmiah Online Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan catatan tanpa ada perubahan isi artikel tersebut.

Sedangkan hak-hak lain yang ada di bawah hak cipta mengikuti ketentuan dalam Undang-Undang RI No 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta.



Nama Rizky Indah Permabasari

Tanggal : 21 Januari 2019



Nama Ir. Hari Supriyanto, MSIE.

Nama

Nama

**PENINGKATAN PRODUKSI BAJA BETON DENGAN CARA
MEREDUKSI *DEFECT* MENGGUNAKAN PENDEKATAN
LEAN SIX SIGMA
(STUDI KASUS : PT. HANIL JAYA STEEL)**

Nama : Rizky Indah Permatasari
NRP : 02411540000099
Departemen : Teknik Industri – ITS
Pembimbing : Ir. Hari Supriyanto, MSIE

ABSTRAK

PT. Hanil Jaya Steel merupakan perusahaan yang memproduksi baja beton. Dalam proses produksi yang dilakukan, terdapat sejumlah *waste* yang dihasilkan, dimana setelah diidentifikasi menggunakan 7 *waste*, maka *waste* yang paling dominan yaitu *defect*. Hal ini dapat dibuktikan dengan total *defect* yang dihasilkan selama setahun sebesar 191 ton, dan produk yang diterima dan dapat dijual sebesar 70.899 ton. Hal tersebut dapat menimbulkan kerugian finansial sebesar Rp. 204.988.040.717 dalam setahun yang berasal dari biaya gas, listrik, material, dan *loss product opportunity*, serta mengalami kerusakan pada komponen, khususnya area *bearing*. Untuk mengetahui penyebab kerugian finansial yang dihasilkan, maka diperlukan pengumpulan data berupa data rekapitulasi dari bulan Januari hingga Desember 2018, kemudian observasi lapangan, serta hasil *brainstrom* dengan mentor di perusahaan tersebut. Selanjutnya adalah pengolahan data berupa Pareto *Chart* dimana hasil yang didapat adalah *stand 15* sebagai *stand* yang paling kritis dan harus diselesaikan terlebih dahulu. Kerusakan pada *stand 15* ternyata menimbulkan dampak kerusakan pada *Hot Cut*, sehingga diperlukan penyelesaian masalah dalam meminimalisir kerugian finansial, *defect*, dan kerusakan mesin. Sehingga, metode yang digunakan adalah dengan menerapkan *lean six sigma* untuk meminimalisir *waste defect* dengan mengintegrasikan dengan metode 5 *Why's Root Cause Analysis* dari *Stand 15* dan *Hot Cut*, dimana hasil yang didapat adalah kapabilitas *bearing* bermasalah dan *nozzle* tidak simetris. Kemudian akar permasalahan tersebut dianalisis lebih lanjut menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) untuk mengetahui nilai RPN tertinggi. RPN tertinggi yang didapatkan adalah kapabilitas *bearing* dengan nilai 360 dan *nozzle* tidak *center* sebesar 150. Selanjutnya adalah menentukan *improvement* berupa kombinasi alternatif, yang nantinya akan dipilih berdasarkan perhitungan *Value Engineering*. Hasil akhir dari pemilihan alternatif tersebut adalah pemberian *greasing* setiap 75 *billet* dengan nilai *value engineering* sebesar 1,01. Hasil *improvement* yang didapat adalah nilai *sigma* meningkat menjadi 4,71, kemudian RPN yang dihasilkan untuk *stand 15* adalah 72 dan *Hot Cut* sebesar 64, serta kerugian finansial yang dihasilkan sebesar Rp. 155.584.870.853.

Kata kunci : *Defect*, FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), *Lean Six Sigma*, *Root Cause Analysis*, *Value Engineering*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

INCREASING REINFORCE STEEL PRODUCTION BY REDUCING DEFECT USING LEAN SIX SIGMA METHOD (STUDY CASE : PT. HANIL JAYA STEEL)

Name : Rizky Indah Permatasari
NRP : 02411540000099
Departement : Industrial Engineering – ITS
Supervisor : Ir. Hari Supriyanto, MSIE

ABSTRACT

PT. Hanil Jaya Steel is a company that works in manufacturing field, especially in reinforce steel. During the process, it is waste produced and after being identified used 7 waste, the highest waste is defect. It can be proven by the total of defect product are 191 tons, and the good product are 70.899 tons that can be sold. It can cause financial loss about Rp. 204.988.040.717 in a year, which is from gas, electrical, material, and loss product opportunity, and failure from component, especially bearing. To know the causing of financial loss, it needs database from January until December 2018, observation, and brainstorming with mentor of this company. The next step is processing data by using Pareto Chart, where the result is stand 15 being as the critical engine that should be handled. The failure of stand 15 can influence another failure into Hot Cut. So, both of them should be improved to decrease the financial loss, defect, and engine failure. The method can be used is applying lean six sigma to minimize the defect waste. Lean six sigma can be implemented well by integrating another method which are 5 why's root cause analysis and Failure Mode Effect Analysis. After doing RCA for Stand 15 and Hot Cut, it can be found the root causing of Stand 15 is exhausted of bearing capability, and the root cause of Hot Cut is un-symetry nozzle position. The next step can be continued by Failure Mode Effect Analysis method to analyze and get the highest RPN. The result of it are 360 for Stand 15 and 150 for Hot Cut. The highest RPN will be as refrence to create improvement in the form of combination alternative, then it will be chosen based on Value Engineering calculation. The result is doing greasing every 75 billet which is done. The Value Engineering score is 1,01. The final result after doing its improvement are the increase in number of sigma process is 4,71, the new RPN for Stand 15 is 72 and Hot Cut is 64. Then the financial loss can be decreased into Rp. 155.584.870.853.

Key Word : Defect, FMEA (Failure Mode Effect Analysis), Lean Six Sigma, Root Cause Analysis, Value Engineering

(halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Kami panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan hidayahnya dan telah memberikan kami kesempatan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini digunakan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Strata 1 di departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama pengerjaan berlangsung, banyak sekali suka dan duka yang perlu dihadapi, sehingga bantuan, motivasi, serta dukungan dari berbagai pihak sangat membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama pengerjaan laporan tugas akhir ini, yaitu :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat berupa petunjuk selama pengerjaan tugas akhir berlangsung.
2. Bapak Ir. Hari Supriyanto, MSIE, yang telah membantu, membimbing, serta mendukung dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Alfin Laditya selaku *Human Resource* yang telah mengijinkan penulis untuk mengambil data di PT. Hanil Jaya Steel.
4. Bapak Ari Winarso selaku kepala Manager Roll Mill 3 dan Bapak Anas Syamsuri selaku asisten Manager Roll Mill 3 di PT. Hanil Jaya Steel yang telah membantu mengarahkan dan membimbing dalam pengambilan data, dalam menyelesaikan studi kasus yang ada.
5. Bapak Ir. Mokh Suef, M. Eng. Sc. Dan Ibu Putu Dana Karningsih, ST., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji sidang tugas akhir yang telah memberikan saran untuk perbaikan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Nurhadi Siswanto, ST., MSIE., Ph.D. dan Bapak Dr. Adithya Sudiarno, ST., MT., selaku Kepala Departemen dan Kepala Progam Studi Teknik Industri yang telah memberikan kesempatan untuk mengerjakan laporan Tugas Akhir ini.
7. Orang tua dan teman-teman yang telah mendukung selama pengerjaan laporan tugas akhir berlangsung.

Penulis menyadari atas ketidaksempurnaan laporan tugas akhir ini. Namun penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun PT. Hanil Jaya Steel yang dijadikan sebagai objek amatan tugas akhir. Demi kemajuan bersama, penulis juga mengharapkan kritik maupun saran yang membangun dan bermanfaat untuk kedepannya.

Terima kasih

Surabaya, 3 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	6
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Manfaat.....	7
1.4.1 Bagi Peneliti.....	7
1.4.2 Bagi Perusahaan.....	7
1.5 Ruang Lingkup	7
1.5.1 Batasan	7
1.5.2 Asumsi.....	8
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Material.....	11
2.1.1 Logam <i>Billet</i>	11
2.2 Proses Manufaktur.....	12
2.2.1 <i>Cooling</i>	12
2.2.2 <i>Bending</i>	14
2.2.3 <i>Pinching</i>	16
2.2.4 <i>Looping</i>	17
2.2.5 <i>Stretching</i>	18
2.3 Proses Kerusakan.....	19
2.3.1 <i>Overheat</i>	19

2.3.2	<i>Cracking</i>	20
2.4	Standar Produksi	22
2.4.1	Standar Nasional Indonesia (SNI) Baja Tulangan Beton	22
2.4.2	<i>Quality Measurement</i>	27
2.4.3	<i>Critical To Quality</i>	28
2.5	Metode yang digunakan	29
2.5.1	Konsep <i>Lean</i>	30
2.5.2	<i>Six Sigma</i>	32
2.5.3	<i>Lean Six Sigma</i>	34
2.5.4	<i>Root Cause Analysis</i>	35
2.5.5	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	36
2.5.6	<i>Value Stream Mapping</i>	39
2.5.7	<i>Value Engineering</i>	40
2.5.8	PDCA (<i>Plan Do Check Act</i>)	41
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		47
3.1	<i>Flowchart</i>	47
3.2	Tahap Persiapan	49
3.2.1	Mengidentifikasi permasalahan	49
3.2.2	Studi Literatur dan studi lapangan	50
3.3	Tahap Merumuskan Masalah	51
3.4	Tahap Analisis <i>Waste</i>	52
3.5	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	52
3.5.1	<i>Define</i>	52
3.5.2	<i>Measure</i>	53
3.6	Tahap Analisis Data dan Perbaikan	54
3.6.1	<i>Analyze</i>	54
3.6.2	<i>Improve</i>	54
3.7	Tahap Pengendalian dan <i>Monitoring</i>	55
3.7.1	<i>Control</i>	55
3.8	Tahap Simpulan dan Saran	56
BAB 4 ANALISIS WASTE		57
4.1	Identifikasi 7 <i>waste</i> dengan data proses produksi yang ada	57

4.2	Menentukan <i>waste</i> paling kritis dengan kerugian finansial yang dihasilkan.....	61
BAB 5 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		63
5.1	<i>Define</i>	63
5.1.1	Penggambaran Proses Produksi	63
5.1.2	Pengumpulan data	81
5.1.3	Mengidentifikasi Jenis <i>Defect</i>	86
5.2	<i>Measure</i>	95
5.2.1	<i>Pareto Chart</i>	95
5.2.2	<i>P-Chart</i> untuk proses produksi.....	97
5.2.3	Perhitungan Nilai <i>Sigma</i>	99
5.2.4	Perhitungan Kerugian Finansial yang Ditimbulkan.....	101
BAB 6 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....		111
6.1	<i>Analyze</i>	111
6.1.1	Analisis <i>Sigma Level</i>	111
6.1.2	<i>Root Cause Analysis</i>	111
6.1.3	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	115
6.2	<i>Improve</i>	137
6.2.1	Alternatif Perbaikan	137
6.2.2	Menghitung biaya yang dikeluarkan setelah <i>improvement</i> dilakukan	149
6.2.3	Kajian dan <i>Improvement</i> pada <i>Operation Procedure</i> setelah dilakukan pemilihan alternatif perbaikan	150
6.3	<i>Control</i>	156
6.3.1	<i>Monitoring</i> Alternatif Perbaikan	156
BAB 7 SIMPULAN DAN SARAN.....		161
7.1	Simpulan.....	161
7.2	Saran	162
7.2.1	Saran untuk perusahaan.....	162
7.2.2	Saran untuk penelitian selanjutnya.....	162
DAFTAR PUSTAKA		163
LAMPIRAN.....		166

BIOGRAFI PENULIS.....	245
------------------------------	------------

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Komposisi Kimia pada Logam <i>Billet</i>	11
Tabel 2. 2 (lanjutan) Kandungan Komposisi Kimia pada Logam <i>Billet</i>	12
Tabel 2. 3 Ukuran dan Toleransi Baja Tulangan Beton Polos sesuai dengan SNI 22	
Tabel 2. 4 (lanjutan) Ukuran dan Toleransi Baja Tulangan Beton Polos sesuai dengan SNI.....	23
Tabel 2. 5 Ukuran dan Toleransi pada Baja Tulangan Beton Sirip sesuai dengan SNI	23
Tabel 2. 6 (lanjutan) Ukuran dan Toleransi pada Baja Tulangan Beton Sirip sesuai dengan SNI.....	24
Tabel 2. 7 Ukuran dan Toleransi Diameter pada Baja Tulangan Beton Polos sesuai dengan SNI.....	25
Tabel 2. 8 Ukuran dan Toleransi Diameter pada Baja Tulangan Beton Sirip sesuai dengan SNI.....	25
Tabel 2. 9 Standarisasi Uji Tarik dan Uji Lengkung pada Baja Tulangan Beton sesuai dengan SNI.....	26
Tabel 2. 10 (lanjutan) Standarisasi Uji Tarik dan Uji Lengkung pada Baja Tulangan Beton sesuai dengan SNI	27
Tabel 2. 11 Tabel untuk <i>Severity</i>	37
Tabel 2. 12 Tabel untuk <i>Occurence</i>	38
Tabel 2. 13 Tabel untuk <i>Detection</i>	38
Tabel 2. 14 (lanjutan) Tabel untuk <i>Detection</i>	39
Tabel 2. 15 Penjelasan <i>Value Stream Mapping</i>	43
Tabel 2. 16 (lanjutan) Penjelasan <i>Value Stream Mapping</i>	44
Tabel 2. 17 (lanjutan) Penjelasan <i>Value Stream Mapping</i>	45
Tabel 4. 1 Hasil <i>loss product opportunity</i> dan kerugian finansial yang dihasilkan	61
Tabel 4. 24 Data <i>Reject</i> bulan Juni.....	89
Tabel 5. 1 Klasifikasi aktivitas pada proses <i>Re Heating Furnace</i>	65
Tabel 5. 2 Klasifikasi aktivitas pada proses <i>Mill Line</i>	69
Tabel 5. 3 (lanjutan) Klasifikasi aktivitas pada proses <i>Mill Line</i>	70

Tabel 5. 4 Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Temp Core</i>	72
Tabel 5. 5 Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Hot Cut Line</i>	74
Tabel 5. 6 Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Cooling Bed</i>	77
Tabel 5. 7 Klasifikasi Aktivitas pada Proses <i>Packaging</i>	78
Tabel 5. 8 Jumlah <i>Billet</i> yang dihasilkan berdasarkan ukuran	81
Tabel 5. 9 Penggunaan Gas dan Listrik pada Bulan Januari Hingga Desember 2018	82
Tabel 5. 10 Jumlah penggunaan gas secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018	82
Tabel 5. 11 Jumlah penggunaan gas secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018.....	83
Tabel 5. 12 Jumlah penggunaan listrik secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018.....	83
Tabel 5. 13 Jumlah penggunaan listrik secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018	83
Tabel 5. 14 Jumlah <i>Missroll</i> dan <i>Trouble</i> secara keseluruhan	84
Tabel 5. 15 (lanjutan) Jumlah <i>Missroll</i> dan <i>Trouble</i> secara keseluruhan.....	85
Tabel 5. 16 Data Jumlah Produksi pada bulan Januari hingga Desember pada tahun 2018	85
Tabel 5. 17 Data <i>Reject</i> pada bulan Januari.....	86
Tabel 5. 18 Data <i>Reject</i> pada bulan Februari.....	87
Tabel 5. 19 Data <i>Reject</i> bulan Maret	87
Tabel 5. 20 (lanjutan) Data <i>Reject</i> bulan Maret.....	88
Tabel 5. 21 Data <i>Reject</i> bulan April	88
Tabel 5. 22 Data <i>Reject</i> pada bulan Mei.....	89
Tabel 5. 23 Data <i>Reject</i> bulan Juli.....	90
Tabel 5. 24 Data <i>Reject</i> bulan Agustus.....	90
Tabel 5. 25 (lanjutan) Data <i>Reject</i> bulan Agustus	91
Tabel 5. 26 Data <i>Reject</i> bulan September.....	91
Tabel 5. 27 Data <i>Reject</i> bulan Oktober.....	91
Tabel 5. 28 (lanjutan) Data <i>Reject</i> bulan Oktober	92
Tabel 5. 29 Data <i>Reject</i> bulan November.....	92

Tabel 5. 30 Data <i>Reject</i> bulan Desember	93
Tabel 5. 31 Data non kombinasi <i>defect</i>	93
Tabel 5. 32 (lanjutan) Data non kombinasi <i>defect</i>	94
Tabel 5. 33 Data Rekapitulasi kombinasi <i>Defect</i>	95
Tabel 5. 34 Perhitungan nilai <i>Sigma</i> yang dihasilkan	99
Tabel 5. 35 Jumlah <i>Loss Time Opportunity</i> secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018	102
Tabel 5. 36 Jumlah <i>Loss Time Opportunity</i> secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018	102
Tabel 5. 37 Jumlah <i>Loss Time Opportunity</i> secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018	102
Tabel 5. 38 Jumlah <i>Loss Time Opportunity</i> secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018	103
Tabel 5. 39 Biaya penggunaan gas dalam rentan Januari-Mei 2018	104
Tabel 5. 40 Biaya penggunaan gas dalam rentan Juni-Oktober 2018	104
Tabel 5. 41 Biaya penggunaan gas dalam rentan November-Desember 2018 ...	105
Tabel 5. 42 Biaya penggunaan listrik dalam rentan Januari-Mei 2018	105
Tabel 5. 43 Biaya penggunaan listrik dalam rentan Juni-Oktober 2018	105
Tabel 5. 44 (lanjutan) Biaya penggunaan listrik dalam rentan Juni-Oktober 2018	106
Tabel 5. 45 Biaya penggunaan listrik dalam rentan November-Desember 2018	106
Tabel 5. 46 Biaya penggunaan material dalam rentan Januari-Mei 2018	106
Tabel 5. 47 (lanjutan) Biaya penggunaan material dalam rentan Januari-Mei 2018	107
Tabel 5. 48 Biaya penggunaan material dalam rentan Juni-Oktober 2018	107
Tabel 5. 49 Biaya penggunaan material dalam rentan November-Desember 2018	107
Tabel 5. 50 Biaya <i>Loss Time Opportunity</i> yang dihasilkan dalam rentan Januari-Mei 2018	108
Tabel 5. 51 Biaya <i>Loss Time Opportunity</i> yang dihasilkan dalam rentan Juni-Oktober 2018	108

Tabel 5. 52 Biaya <i>Loss Time Opportunity</i> yang dihasilkan dalam rentan November-Desember 2018.....	109
Tabel 5. 53 Kerugian finansial yang dihasilkan dalam rentan waktu Januari-Mei 2018	109
Tabel 5. 54 Kerugian finansial yang dihasilkan dalam rentan waktu Juni-Oktober 2018	110
Tabel 5. 55 Kerugian finansial yang dihasilkan dalam rentan waktu November-Desember 2018	110
Tabel 6. 1 RCA Stand 15.....	112
Tabel 6. 2 (lanjutan) RCA Stand 15	113
Tabel 6. 3 RCA <i>Hot Cut</i> 4.....	114
Tabel 6. 4 Tabel <i>Severity</i> untuk <i>Stand</i> 15.....	115
Tabel 6. 5 (lanjutan) Tabel <i>Severity</i> untuk <i>Stand</i> 15	116
Tabel 6. 6 (lanjutan) Tabel <i>Severity</i> untuk <i>Stand</i> 15	117
Tabel 6. 7 Tabel <i>Occurence</i> untuk <i>Stand</i> 15	117
Tabel 6. 8 (<i>occurence</i>) Tabel <i>Occurence</i> untuk <i>Stand</i> 15	118
Tabel 6. 9 Tabel <i>Detection</i> untuk <i>Stand</i> 15	118
Tabel 6. 10 (lanjutan) Tabel <i>Detection</i> untuk <i>Stand</i> 15.....	119
Tabel 6. 11 (lanjutan) Tabel <i>Detection</i> untuk <i>Stand</i> 15.....	120
Tabel 6. 12 Tabel <i>Severity</i> untuk <i>Hot Cut</i>	121
Tabel 6. 13 (lanjutan) Tabel <i>Severity</i> untuk <i>Hot Cut</i>	122
Tabel 6. 14 (lanjutan) Tabel <i>Severity</i> untuk <i>Hot Cut</i>	123
Tabel 6. 15 Tabel <i>Occurence</i> untuk <i>Hot Cut</i>	123
Tabel 6. 16 (lanjutan) Tabel <i>Occurence</i> untuk <i>Hot Cut</i>	124
Tabel 6. 17 (lanjutan) Tabel <i>Occurence</i> untuk <i>Hot Cut</i>	125
Tabel 6. 18 Tabel <i>Detection</i> untuk <i>Hot Cut</i>	125
Tabel 6. 19 (lanjutan) Tabel <i>Detection</i> untuk <i>Hot Cut</i>	126
Tabel 6. 20 (lanjutan) Tabel <i>Detection</i> untuk <i>Hot Cut</i>	127
Tabel 6. 21 FMEA untuk <i>Stand</i> 15 sebelum dilakukan <i>improvement</i>	129
Tabel 6. 22 (lanjutan) FMEA untuk <i>Stand</i> 15 sebelum dilakukan <i>improvement</i>	130
Tabel 6. 23 (lanjutan) FMEA untuk <i>Stand</i> 15 sebelum dilakukan <i>improvement</i>	131
Tabel 6. 24 (lanjutan) FMEA untuk <i>Stand</i> 15 sebelum dilakukan <i>improvement</i>	132

Tabel 6. 25 (lanjutan) FMEA untuk <i>Stand 15</i> sebelum dilakukan <i>improvement</i>	133
Tabel 6. 26 (lanjutan) FMEA untuk <i>Stand 15</i> sebelum dilakukan <i>improvement</i>	134
Tabel 6. 27 FMEA untuk <i>Hot Cut</i> sebelum dilakukan <i>improvement</i>	135
Tabel 6. 28 (lanjutan) FMEA untuk <i>Hot Cut</i> sebelum dilakukan <i>improvement</i> .	136
Tabel 6. 29 <i>Action Taken</i> untuk <i>Stand 15</i>	137
Tabel 6. 30 <i>Action Taken</i> untuk <i>Hot Cut</i>	138
Tabel 6. 31 Frekuensi Pergantian selama proses produksi berlangsung dalam rentan Januari-Desember 2018.....	139
Tabel 6. 32 (lanjutan) Frekuensi Pergantian selama proses produksi berlangsung dalam rentan Januari-Desember 2018.....	140
Tabel 6. 33 Kombinasi Alternatif.....	141
Tabel 6. 34 Penilaian peformansi pada kombinasi alternatif	142
Tabel 6. 35 Biaya Dasar Alternatif	143
Tabel 6. 36 Biaya pada kombinasi alternatif 0.....	143
Tabel 6. 37 Biaya pada kombinasi alternatif 1	144
Tabel 6. 38 Biaya pada kombinasi alternatif 2.....	144
Tabel 6. 39 Biaya pada kombinasi alternatif 3.....	144
Tabel 6. 40 Biaya pada kombinasi alternatif 1,2.....	144
Tabel 6. 41 Biaya pada kombinasi alternatif 1,3.....	144
Tabel 6. 42 Biaya pada kombinasi alternatif 2,3.....	144
Tabel 6. 43 (lanjutan) Biaya pada kombinasi alternatif 2,3	145
Tabel 6. 44 Biaya pada kombinasi alternatif 1,2,3.....	145
Tabel 6. 45 Hasil keseluruhan <i>Value Engineering</i> yang didapat	146
Tabel 6. 46 FMEA untuk <i>Stand 15</i> dan <i>Hot Cut</i> setelah dilakukan <i>improvement</i>	147
Tabel 6. 47 Hasil DPU dan DPMO setelah dilakukan <i>Improvement</i>	148
Tabel 6. 48 Biaya implementasi <i>improvement</i> yang dikeluarkan selama satu bulan	149
Tabel 6. 49 Perbandingan biaya gas yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan <i>improvement</i>	149
Tabel 6. 50 Perbandingan biaya listrik yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan <i>improvement</i>	150

Tabel 6. 51 Perbandingan biaya material yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan <i>improvement</i>	150
Tabel 6. 52 Perbandingan <i>Loss Time Opportunity</i> yang dihasilkan.....	150
Tabel 6. 53 Perbandingan biaya kerugian yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan <i>improvement</i>	150
Tabel 6. 54 Tabel <i>Strength</i> dan <i>Weakness</i> untuk <i>Operation Procedure</i> lama....	151
Tabel 6. 55 (lanjutan) Tabel <i>Strength</i> dan <i>Weakness</i> untuk <i>Operation Procedure</i> lama	152
Tabel 6. 56 Tabel <i>Opportunity</i> dan <i>Threat</i> untuk <i>Operation Procedure</i> lama....	152
Tabel 6. 57 (lanjutan) <i>Plan</i> dan <i>Do</i> yang diterapkan untuk <i>Operation Procedure Mill Line</i> dan <i>Hot Cut</i>	157
Tabel 6. 58 <i>Check</i> dan <i>Action</i> yang diterapkan untuk <i>Operation Procedure Mill Line</i> dan <i>Hot Cut</i>	158

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Reversing Mill Layout</i>	14
Gambar 2. 2 <i>Tandem Mill Layout</i>	14
Gambar 2. 3 Pembengkokan dengan metode <i>Compress</i>	15
Gambar 2. 4 Pembengkokan dengan metode <i>Stretch</i>	15
Gambar 2. 5 Jenis Pembengkokan <i>V-Bending</i>	16
Gambar 2. 6 Jenis Pembengkokan <i>Edge Bending</i>	16
Gambar 2. 7 <i>Endless Rolling Layout</i>	17
Gambar 2. 8 Bagian <i>Pinch Roll</i>	17
Gambar 2. 9 Elongasi pada <i>Tensile Strength</i>	18
Gambar 2. 10 Diagram <i>Tensile Strength</i>	18
Gambar 2. 11 Logam sebelum mengalami <i>Stretching</i>	19
Gambar 2. 12 Logam pada proses <i>stretching</i>	19
Gambar 2. 13 Hasil dari <i>Overheat</i>	20
Gambar 2. 14 Perbandingan Spesimen <i>Cracking</i> antara Metode Torsi dengan Bending	20
Gambar 2. 15 Kondisi <i>Cracking</i> ketika mengalami <i>Tension-Compression</i>	21
Gambar 2. 16 Kondisi <i>Cracking</i> ketika mengalami <i>Rotating Bending</i>	21
Gambar 2. 17 <i>Critical To Quality Tree</i>	29
Gambar 2. 18 Fase <i>Six Sigma</i>	33
Gambar 2. 19 <i>Root Cause Analysis System</i>	35
Gambar 2. 20 Tabel FMEA.....	37
Gambar 2. 21 <i>Value Stream Mapping</i> untuk <i>Lean Six Sigma</i>	39
Gambar 2. 22 Grafik Benefit <i>Value Engineering</i>	41
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart Penelitian</i>	47
Gambar 3. 2 <i>Flow Chart Penelitian</i> (lanjutan).....	48
Gambar 3. 3 <i>Flow Chart Penelitian</i> (lanjutan).....	49
Gambar 5. 1 Penampunga Gas di <i>Re-Heating Furnace</i>	64
Gambar 5. 2 Cerobong yang digunakan untuk mengalirkan udara dan gas di <i>Re-Heating Furnace</i>	64

Gambar 5. 3 <i>Stand</i> ketika beroperasi.....	66
Gambar 5. 4 <i>Bearing</i> yang telah terpasang.....	67
Gambar 5. 5 <i>Caliber</i> dalam masa <i>maintenance</i> di Rollshop	68
Gambar 5. 6 <i>Roll</i> sebelum diampelas	68
Gambar 5. 7 <i>Looper</i> yang biasa digunakan untuk <i>stand</i> 3	69
Gambar 5. 8 <i>Tempcore</i>	72
Gambar 5. 9 <i>Pinching Roll</i> dan <i>Flying Shear</i>	73
Gambar 5. 10 <i>Tail Break</i>	74
Gambar 5. 11 <i>Twin Channel</i> di <i>Cooling Bed</i>	75
Gambar 5. 12 <i>Rack Valve</i> di <i>Cooling Bed</i>	76
Gambar 5. 13 <i>Cold Shear</i> di <i>Cooling Bed</i>	77
Gambar 5. 14 <i>Value Stream Mapping Current</i> di PT. Hanil Jaya Steel.....	80
Gambar 5. 15 Pareto <i>Chart</i> untuk <i>Stand</i> penghasil <i>Defect</i>	96
Gambar 5. 16 Pareto <i>Chart</i> untuk jenis <i>defect</i>	97
Gambar 5. 17 P- <i>Chart</i> untuk <i>defect</i> dalam rentan Januari-Desember 2018.....	98
Gambar 5. 18 P- <i>Chart</i> untuk <i>Stand</i> penghasil <i>defect</i>	98
Gambar 5. 19 Perhitungan nilai <i>Sigma</i> Awal	100
Gambar 5. 20 Level <i>Sigma</i> yang diterapkan menggunakan 1,5 <i>shift</i>	101
Gambar 5. 75 <i>Plan</i> dan <i>Do</i> yang diterapkan untuk Operation Procedure <i>Mill Line</i> dan <i>Hot Cut</i>	156
Gambar 6. 1 Nilai <i>Sigma</i> baru setelah dilakukan <i>improvement</i>	148
Gambar 6. 2 <i>Value Stream Mapping Future</i> setelah dilakukan <i>Improvement</i>	155
Gambar 6. 3 OPC pada Prosedur lama Proses di <i>Mill Line</i>	159
Gambar 6. 4 OPC pada Prosedur lama Proses di <i>Hot Cut</i>	159

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab 1 ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, ruang lingkup, dan sistematika penulisan. Khusus untuk ruang lingkup memiliki subbab yaitu batasan dan asumsi.

1.1 Latar belakang

Berdasarkan SNI 2052:2017, baja tulangan beton beton adalah baja paduan yang berbentuk batang berpenampang bundar dengan permukaan polos atau sirip dan diproduksi dengan bahan material *billet* . Fungsi dari baja tulangan beton (atau orang awam mengatakan baja beton) adalah sebagai bahan utama dalam pembangunan gedung atau konstruksi lainnya. Hal ini dikarenakan baja tulangan beton beton bersifat ekonomis dan mudah didapat, sehingga banyak konstruksi-konstruksi yang menggunakan bahan tersebut.

Salah satu perusahaan yang memproduksi baja beton adalah PT. Hanil Jaya Steel yang terletak di Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. Perusahaan ini memiliki tiga area produksi pabrik, yaitu *roll mill 1*, *roll mill 2*, dan *roll mill 3*. Untuk *Roll Mill 1* dan *2*, proses produksi yang digunakan bersifat manual, sedangkan untuk *Roll Mill 3* proses produksi yang digunakan bersifat semi otomatis. Sehingga jika pemesanan produk memiliki jumlah yang banyak, maka PT. Hanil Jaya Steel menggunakan *Roll Mill 3* sebagai proses produksi utama.

Jika ditinjau dari *Roll Mill 3*, proses produksi yang dilakukan adalah bermula dari memasukkan material *billet* ke area *Re-Heating Furnace*, dimana proses yang dilakukan adalah pemasakan material hingga matang sesuai temperatur dan tekanan yang telah diatur. Proses selanjutnya adalah *mill line*, dimana terdapat 19 *rolling mill* yang memiliki tiga bagian dengan fungsi yang sedikit berbeda dan operator biasa menyebut *rolling mill* sebagai *stand*. Pada *stand 1* hingga *7* proses yang dilakukan adalah *roughing mill*, artinya proses yang dilakukan untuk membentuk material yang berukuran besar menjadi lebih kecil dengan permukaan awalnya adalah kasar. Bentuk yang diterapkan pada *roughing*

mill adalah *round* (bundar) dan *oval* . Selama proses ini berlangsung, *billet* tersebut akan berputar sesuai *twist degree/bite angle* (merupakan sudut yang terbentuk dari pertemuan logam satu dengan logam lainnya) yang telah ditentukan, yang kemudian bagian kepala dipotong oleh *Shear* setelah melewati *stand* 7. Selanjutnya, pada *stand* 8 hingga 13 proses yang dilakukan adalah *intermediate mill*, yaitu proses dimana *billet* tersebut akan diperkecil kembali, dengan ukuran yang telah ditentukan dan bentuk yang diterapkan adalah *round* (bundar), *square* (persegi), dan *oval*, serta dilanjutkan pemotongan ekor setelah melewati proses *stand* 13 oleh *shear*. Proses selanjutnya adalah *finishing mill* yang dimana dilakukan oleh *stand* 14 hingga *stand* 19. Pada proses ini akan lebih diperkecil lagi ukuran *billet* serta bentuk yang tersedia adalah *round* (bundar) dan *square* (persegi). Setelah proses di *mill line* berakhir, maka proses berikutnya adalah *temp core*, dimana *billet* mengalami proses penyepuhan. Kemudian dilanjutkan dengan *pinching* yaitu penekanan pada *billet* agar *tensile* dan *yield* yang dihasilkan sesuai dengan SNI. Setelah dilakukan *pinching*, maka proses selanjutnya adalah penarikan dan pemotongan hingga berukuran pendek dan sesuai dengan SNI menggunakan *flying shear* dan *tail break* dan dibawa menuju *cooling bed*. *Cooling bed* merupakan tahap akhir dari proses produksi yang terdapat di *roll mill* 3, dimana peralatan yang ada terdiri dari *twin channel*, *rack valve*, dan *cold shear*. Fungsi dari *twin channel* adalah untuk menjatuhkan produk yang sudah selesai diproduksi menuju *rack valve* agar dapat diproses kembali. Fungsi dari *rack valve* adalah untuk menampung dan mengarahkan ke *cold shear*. Sedangkan fungsi dari *cold shear* adalah memotong produk tersebut menjadi ukuran paling kecil dan siap untuk diikat.

Proses produksi yang telah disebutkan diatas dapat membantu mengejar target produksi yang telah ditetapkan selama setahun dalam pemenuhan permintaan konsumen. Dalam setahun, PT. Hanil Jaya Steel harus memproduksi sebanyak 206.656 ton baja beton. Namun, berdasarkan hasil rekapitulasi data selama satu tahun, diketahui bahwa hasil produksi yang didapat adalah sebesar 71.090 ton, artinya hanya 34,3% target tersebut dapat tercapai. Penyebab dari rendahnya persentase pencapaian tersebut, yaitu kekurangan bahan baku (*billet*) dan terdapat *waste*. Kekurangan bahan baku tidak dibahas lebih lanjut karena hal

tersebut tidak termasuk dalam kasus penanganan divisi *Roll Mill Area 3*, sehingga pembahasan lebih lanjut tertuju pada penanganan *waste*.

Berdasarkan definisi dari *Lean Manufacturing*, *waste* adalah sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah, tidak hanya dalam bentuk barang, namun juga bisa dalam bentuk jasa. Ada 7 *waste* yang perlu diidentifikasi dalam permasalahan yang terkait dengan rendahnya pencapaian target tersebut, yaitu *defect*, *over production*, *waiting*, *transportation*, *inventory*, *motion*, dan *over processing*.

Waste Defect merupakan *waste* dimana produk tersebut bersifat cacat dan tidak layak untuk dipasarkan. Dalam rentan bulan Januari hingga Desember 2018, jumlah *defect* yang dihasilkan di bulan Januari sebesar 19,09 ton, Februari sebesar 66,54 ton, Maret sebesar 37,13 ton, April sebesar 24,85 ton, Mei dan Juni sebesar 0 ton, Juli sebesar 22,86 ton, Agustus sebesar 0 ton, September sebesar 0,17 ton, Oktober sebesar 10,71 ton, November sebesar 6,37 ton, dan Desember sebesar 3,4 ton, sehingga total *defect* yang dihasilkan adalah 191,12 ton. Selain itu terdapat jenis *defect* yang menjadi kriteria utama dalam menentukan *defect opportunities*, yaitu garis (*lining*), kempung (*underfill*), dan mluntir (*twisting*). Akibatnya, *waste* ini dapat menghasilkan *lost product opportunity* sebesar 23.058 ton dalam setahun.

Kemudian dilanjutkan dengan *waste over production*, merupakan *waste* yang disebabkan oleh produksi secara berlebih dalam memenuhi permintaan pasar. Dari hasil observasi yang dilakukan, terhitung pada tanggal 31 Desember 2018, *over production* dapat menghasilkan *lost product opportunity* sebesar 100 ton *billet*. Hal ini dikarenakan ada kendala eksternal dalam melakukan pengiriman pesanan, sehingga hasil produk berlebih ini didaur ulang sebagai bahan baku pembuatan *billet*.

Selanjutnya adalah *waste waiting*, yaitu *waste* dikarenakan menunggu proses tersebut berjalan akibat adanya *bottleneck* atau belum selesainya proses produksi di bagian setelahnya. Dari hasil data rekapitulasi yang diberikan, *waiting time* yang dihasilkan selama setahun adalah 810 menit. Hal tersebut terjadi karena pergantian *shift*, sehingga proses tersebut harus berhenti sementara agar tetap ada yang melakukan pengawasan terhadap proses produksi. Jika dikonversikan kedalam *lost product opportunity*, hasil yang didapat adalah 472,5 ton.

Selain *waste waiting*, ada juga *waste transportation*. *Waste transportation* merupakan *waste* dimana menggunakan transportasi secara berlebihan, baik dari segi kuantitas transportasi, jalur yang digunakan, ataupun penggunaan transportasi. Dari hasil observasi lapangan yang telah dilakukan, *waste transportation* ada pada penentuan rute agar pekerja tidak mengalami kecelakaan kerja. Waktu yang dibutuhkan secara keseluruhan adalah 4050 menit per tahun. Jika dikonversikan ke dalam *lost product opportunity*, maka hasil yang didapat adalah 2362,5 ton.

Adapula *waste inventory*, yaitu *waste* dimana menyimpan barang hingga membutuhkan gudang. *Inventory* disini bisa ditinjau dari *finish good*, bisa pula ditinjau dari *raw material*. Untuk kasus di PT. Hanil Jaya Steel, *inventory* ditinjau dari *raw material*. Berdasarkan hasil observasi pada tanggal 31 Desember 2018, diketahui bahwa *inventory raw material* sejumlah 100 ton, dan waktu yang dibutuhkan untuk penggunaan proses produksi kembali adalah 2 hari. Jika dikonversikan ke dalam *loss product opportunity*, maka hasil yang didapat adalah 1680 ton.

Selanjutnya adalah *waste motion*, yaitu *waste* dimana operator melakukan gerakan secara berlebih dan menghasilkan *Non Value Added*. Jika ditinjau pada *shift* pagi, *waste motion* ini lebih sering terjadi di area *packaging*, dimana melakukan perhitungan ulang setelah melakukan pengikatan. Sehingga waktu yang dihasilkan dalam setahun adalah 500 menit. Jika dikonversikan ke dalam *lost product opportunity*, maka hasil yang didapat adalah 292 ton.

Waste terakhir adalah *over processing*, yaitu *waste* dimana melakukan proses pengerjaan secara berlebih. Dari hasil observasi lapangan yang dilakukan, *waste* ini tidak terjadi karena proses yang dilakukan sudah mengikuti *operation procedure* dengan baik.

Dari 7 *waste* tersebut, dapat disimpulkan bahwa *waste defect* merupakan *waste* yang paling dominan di proses produksi baja beton. Sehingga dalam penelitian ini akan berfokus dalam menyelesaikan *waste defect*.

Ditinjau dari data rekapitulasi *defect* yang didapat selama satu tahun, tentu dapat mempengaruhi beberapa hal, seperti *loss time opportunity*, biaya kerugian yang dihasilkan, serta *delay* dan *trouble time* cukup tinggi. Jika ditinjau

dari *loss time opportunity*, diketahui bahwa 1 *billet* membutuhkan waktu 4 menit untuk menghasilkan barang jadi. Sehingga jika jumlah *defect* yang dihasilkan adalah 191 ton, maka dalam setahun telah kehilangan waktu sebesar 12,74 jam yang setara dengan kehilangan 445,96 ton produk jadi. Jika dikonversikan ke rupiah, maka PT. Hanil Jaya Steel telah mengalami kerugian sebesar Rp. 3.858.446.035. Selain itu, *lost time opportunity* juga dapat ditinjau dari segi *delay* dan *trouble time* dimana ada yang mencapai 100 jam, ada pula yang mencapai 30 jam. Namun jika dijumlah, total *delay* dan *trouble time* yang dihasilkan adalah 54,9 jam atau total keseluruhan adalah 658,80 jam per tahun . Hal ini setara dengan kalkulasi dalam satu jam dapat menghasilkan 35 ton, maka 54,9 jam dapat menghasilkan 1921,5 ton. Sehingga *loss time opportunity* berdasarkan *delay* dan *trouble time* memiliki kerugian finansial sebesar Rp. 199.497.816.000. Hal ini cukup merugikan perusahaan karena dengan total biaya sebesar Rp. 203.356.262.035 (beserta *loss time opportunity defect*) dapat digunakan untuk biaya operasional maupun sebagai profit perusahaan.

Selanjutnya meninjau kerugian finansial dari segi aspek yang mendukung proses produksi, yaitu gas, listrik, dan material yang digunakan. Tiap bulan penggunaan ketiganya selalu berbeda-beda, bergantung dari jumlah pesanan yang dihasilkan tiap bulannya. Jika dilihat dari penggunaan gas dalam setiap proses satu *billet*, ada yang menghabiskan kurang lebih 57 m³/ton, ada pula yang menghabiskan kurang lebih 38 m³/ton. Total penggunaan gas yang digunakan untuk menghasilkan produk *defect* adalah 8033,81 m³/ton. Sehingga jika terdapat *defect* yang dihasilkan, maka total kerugian terhadap penggunaan gas adalah Rp. 23.701.808,00 . Selain meninjau dari penggunaan gas, dilihat dari penggunaan listrik dalam setiap proses satu *billet*, ada yang menghabiskan sekitar 98 kwh/ton, ada juga yang menghabiskan hingga 557 kwh/ton. Jika ditotal keseluruhan untuk menghasilkan produk *defect* adalah 23.287,81 kwh/ton. Jika dikonversikan kedalam rupiah yaitu Rp 23.248.926,00. Jika meninjau dari segi material, maka total material yang digunakan dalam menghasilkan produk *defect* adalah 191 ton. Jika 1 ton material *billet* seharga Rp. 8.756.490,00, maka kerugian finansial yang didapat dari segi material adalah Rp. 1.673.590.456,00. Sehingga jika ditotal secara keseluruhan saat ini adalah Rp 205.076.803.226,00.

Dampak lain yang dihasilkan adalah nilai *Six Sigma* yang dihasilkan selama satu tahun. Hasil yang didapat adalah 4,62 dan nilai DPMO adalah 895,875. Walaupun level *sigma* dikatakan baik (*good*), namun jika ditinjau dari perhitungan kerugian finansial yang didapat, maka perlu dilakukan perbaikan untuk meminimalisir hal tersebut.

Dari permasalahan dan dampak yang telah dipaparkan, hal tersebut akan diminimalisir menggunakan metode *lean six sigma*. *Lean Six Sigma* merupakan metode perhitungan kualitas dengan menghitung nilai sigma yang menentukan tingkat kualitas dari suatu produksi. Dalam menerapkan metode tersebut, dikarenakan *Lean Six Sigma* merupakan metode integrasi, maka perlu menyelesaikan masalah dengan mengidentifikasi *waste* dengan *lean manufacturing* (dalam hal ini terdapat 7 *waste* yang perlu diidentifikasi) dan mengeliminasi *waste* yang krisis, serta untuk *six sigma* perlu menghitung DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dimana hasil produk gagal yang telah diklasifikasi dikonversikan kedalam per satu juta, dan selanjutnya dapat ditentukan nilai *sigma* dan *sigma level* yang dihasilkan. Dengan demikian, dapat ditemukan perbaikan yang tepat dalam meminimalisir permasalahan yang sedang terjadi.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana cara mengurangi *waste* berupa *defect* dalam memenuhi permintaan konsumen dengan pendekatan *Lean Six Sigma*.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah dan latar belakang yang telah dipaparkan, berikut adalah tujuan dari penelitian yang ingin dicapai :

1. Memberikan gambaran proses produksi baja tulangan beton pada PT. Hanil Jaya Steel
2. Mengidentifikasi *waste* yang terjadi selama proses produksi berlangsung

3. Mengidentifikasi kualitas kritis (*Critical to Quality*) pada produk yang dihasilkan
4. Mengidentifikasi dampak yang dihasilkan berdasarkan akar permasalahan yang ditimbulkan
5. Memberikan rekomendasi terkait pengurangan *waste* pada proses produksi baja beton

1.4 Manfaat

Berdasarkan tujuan yang telah dipaparkan, berikut adalah manfaat yang diberikan dari penelitian yang dilakukan, dimana terbagi menjadi dua sub manfaat yaitu dari segi peneliti dan dari segi perusahaan :

1.4.1 Bagi Peneliti

1. Peneliti dapat mengetahui kondisi perusahaan baik dari segi data historis maupun data aktual yang berasal dari penelitian di perusahaan terkait.
2. Peneliti dapat menerapkan keilmuan teknik industri khususnya *lean six sigma* dan *tools* lainnya yang digunakan
3. Peneliti dapat menganalisis proses produksi secara langsung

1.4.2 Bagi Perusahaan

1. Perusahaan dapat mengetahui kondisi eksisting lainnya dari proses produksi yang sedang dijalankan.
2. Perusahaan dapat mengetahui proses produksi yang bersifat kritis, dimana menyebabkan *defect product*.
3. Perusahaan dapat mengimplementasikan rekomendasi yang diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan penjelasan dari subbab sebelumnya, berikut adalah ruang lingkup yang akan dilakukan selama penelitian berlangsung, dimana subbab tersebut meliputi batasan dan asumsi.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut :

1. Data yang digunakan adalah data historis dan data pengamatan dalam rentan waktu bulan Januari hingga Desember 2018
2. Kurs Dollar yang digunakan dalam mengkonversi ke rupiah adalah pada tanggal 17 Desember 2018, yaitu Rp. 14.594,15 dari sumber referensi kursdollar.net
3. Proses manufaktur yang diteliti adalah lingkup *Roll Mill* 3, khususnya di area produksi dan pengendalian kualitas.

1.5.2 Asumsi

Berikut adalah asumsi yang digunakan selama penelitian berlangsung :

1. Pengambilan data 1 kali dalam 3 *shift* per hari telah merepresentasikan secara keseluruhan hasil data selama satu hari.
2. *Sampling* sebanyak 10 orang telah merepresentasikan seluruh operator dalam pemilihan kombinasi alternatif yang disediakan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai sistematika penulisan yang digunakan sebagai panduan dalam menulis laporan tugas akhir ini. Berikut adalah sistematika penulisan pada laporan tugas akhir :

BAB I : Pendahuluan

Pada bab 1 ini akan dijelaskan mengenai latar belakang dari suatu permasalahan yang akan diangkat dalam penelitian, kemudian dilanjutkan dengan rumusan masalah yang dirumuskan berdasarkan latar belakang. Selanjutnya adalah tujuan yang dipaparkan berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dibuat. Kemudian terdapat subbab manfaat yang ditinjau berdasarkan penulis, pembaca, dan objek amatan yang dijadikan sebagai objek penelitian. Terdapat subbab ruang lingkup dimana meliputi batasan dan asumsi yang mendukung penelitian. Terakhir adalah subbab sistematika penulisan yang meliputi penjelasan bab-bab yang terdapat di laporan tugas akhir ini.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Pada bab 2 ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka yang bertujuan sebagai referensi penelitian yang akan dilakukan. Penentuan tinjauan pustaka dilakukan berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di bab pendahuluan. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, tinjauan pustaka yang digunakan akan diklasifikasikan menjadi 5 bagian, yaitu material (penjelasan logam *billet*), proses manufaktur (*cooling, bending, pinching, looping, dan stretching*), proses manufaktur yang mengakibatkan kerusakan (*overheat, overfill, cracking*), standar manufaktur (SNI baja tulangan beton, *Quality Measurement*, dan *Critical To Quality*), metode yang digunakan dalam penelitian berlangsung (*Six Sigma, Root Cause Analysis*, Produktivitas berupa efisiensi dan efektivitas yang dihasilkan, dan kapasitas produksi), serta perhitungan lainnya (waktu siklus, waktu normal, dan waktu standar) yang mempengaruhi kualitas suatu produk .

BAB III : Metodologi Penelitian

Pada bab 3 ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang menjelaskan bagaimana alur penelitian yang akan dilakukan. Dalam bab ini terdapat subbab *flowchart* beserta penjelasan yang meliputi tahap persiapan, tahap pengumpulan data, serta tahap simpulan dan saran.

BAB IV : Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab 4 ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data sesuai dengan tinjauan pustaka dan metodologi penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya. Hal ini meliputi perhitungan pada data historis yang telah dikumpulkan dan *brainstrom* oleh mentor perusahaan, dan perhitungan data pengamatan yang telah dilakukan. Dalam bab ini akan ditemukan akar permasalahan dari penelitian ini.

BAB V : Analisis dan Interpretasi

Pada bab 5 ini akan dijelaskan mengenai interpretasi data berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab 4. Kemudian dilanjutkan dengan analisis berdasarkan hasil interpretasi data tersebut yang nantinya akan menemukan permasalahan serta solusi yang diberikan.

BAB VI : Simpulan dan Saran

Pada bab 6 ini akan dijelaskan mengenai simpulan dan saran, dimana pada subbab simpulan menjawab tujuan penelitian yang telah dipaparkan pada

bab 1. Sedangkan untuk subbab saran berupa rekomendasi berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab 5.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka berdasarkan penjelasan dari bab sebelumnya. Tinjauan pustaka ini akan diklasifikasi menjadi 5 (lima) subbab utama yaitu material, proses manufaktur, proses kerusakan, standar produksi, dan metode yang digunakan. Di dalam subbab utama tersebut, terdapat masing-masing subbab yaitu logam *billet* pada subbab utama material. Kemudian terdapat *cooling*, *bending*, *pinching*, *looping* pada subbab utama proses manufaktur. *Overhead*, *overflow*, *cracking*, *elongation* terdapat pada subbab utama proses kerusakan. SNI, karakteristik produk, dan *CTQ* terdapat pada subbab utama standar produksi. Serta *Six Sigma*, RCA, produktivitas, dan kapasitas terdapat pada subbab utama metode yang digunakan.

2.1 Material

Berikut merupakan penjelasan dari material yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan baja beton.

2.1.1 Logam *Billet*

Menurut SNI 2052:2017, *Billet* merupakan logam yang terbuat dari baja tuang kontinyu dan bersifat setengah jadi. Biasanya logam *billet* digunakan sebagai bahan baku baja tulangan. Untuk membuat logam *billet*, berikut adalah komposisi kimia yang digunakan berdasarkan Standar Nasional Indonesia seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kandungan Komposisi Kimia pada Logam *Billet*

Kelas baja tulangan	Kandungan unsur maksimum (%)					
	Ci	Si	Mn	P	S	C _{Eq} *
BjTP 280	-	-	-	0,050	0,050	-
BjTS 280	-	-	-	0,050	0,050	
BjTS 420A	0,32	0,55	1,65	0,050	0,050	0,60
BjTS 420B	0,32	0,55	1,65	0,050	0,050	0,60
BjTS 520	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625
BjTS 550	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625
BjTS 700**	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625

Sumber : SNI 2052:2017

Tabel 2. 2 (lanjutan) Kandungan Komposisi Kimia pada Logam *Billet*

<p>Catatan :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toleransi nilai karbon (C) pada produk baja tulangan beton diperbolehkan lebih besar 0,03% • *Karbon ekivalen, $C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$ • **BjTS 700 perlu ditambahkan unsur paduan lainnya sesuai kebutuhan selain pada tabel di atas dan termasuk kelompok baja paduan

Sumber : SNI 2052:2017

2.2 Proses Manufaktur

Pada subbab proses manufaktur akan dijelaskan mengenai proses *cooling*, *bending*, *pinching*, *looping*, dan *stretching*.

2.2.1 *Cooling*

Menurut buku *Ferrous Metal Processing – IPPC*, Proses *Cooling* (atau di dalam istilah manufaktur dan proses metalurgi adalah *cold rolling mills*), adalah proses yang diubah oleh kompresi antara rol tanpa pemanasan *input* sebelumnya, dimana *input* tersebut didapat dalam bentuk gulungan *rolling* panas.

Langkah-langkah dalam proses *cooling* bergantung dari kualitas baja yang dirawat. Pada baja paduan rendah dan baja karbon biasanya mengikuti urutan sebagai berikut :

- 1) Pengawetan
- 2) Pengerolan
- 3) Penganilan
- 4) Pemadaman temper/kulit
- 5) Penggulungan
- 6) *Finishing*

Sedangkan pada baja paduan tinggi (tahan karat) memiliki proses sebagai berikut :

- 1) *Annealing*
- 2) Pengawetan
- 3) Pengerolan
- 4) Pemadaman temper/kulit
- 5) Penggulungan

6) *Finishing*

Untuk *layout* pada proses *cooling*, terdapat beberapa tipe yang biasanya digunakan, diantaranya yaitu :

a. *Continous Pickling Line*

Proses dimana lapisan oksida yang terbentuk selama pengerolan panas dihapus dengan pengawetan sulfur, hidroklorik, atau campuran asam nitrat dan hidrofluorat.

b. *Cold Rolling Mill*

Proses yang umumnya terdiri dari 4 hingga 5 *stand four-high tandem*, atau *four high reversing mill*. *Cold Rolling* dapat mengurangi ketebalan *hot rolled strip* sebesar 50 hingga 80%.

c. *Annealing Facilities*

Proses yang berfungsi untuk mengembalikan *ductility* pada strip baja yang hilang akibat pengerasan selama *cold rolling*.

d. *Temper Mills*

Proses dimana memberikan struktur *annealing* yang kekasaran gulungan kerja (*work roll*) ditransfer menuju strip dengan tekanan *rolling* yang ditentukan.

e. *Inspection and Finishing Lines*

Proses dimana gulungan yang berbeda dapat melakukan proses pengecoran bersama untuk memenuhi standarisasi berat dan panjang yang dibutuhkan. Selain itu, gulungan tersebut akan dipotong menjadi beberapa lembaran sesuai dengan panjang dan lebar yang dibutuhkan. Pada saat yang bersamaan, bagian strip yang rusak dapat dibuang.

f. *Packaging Lines for coils or sheets*

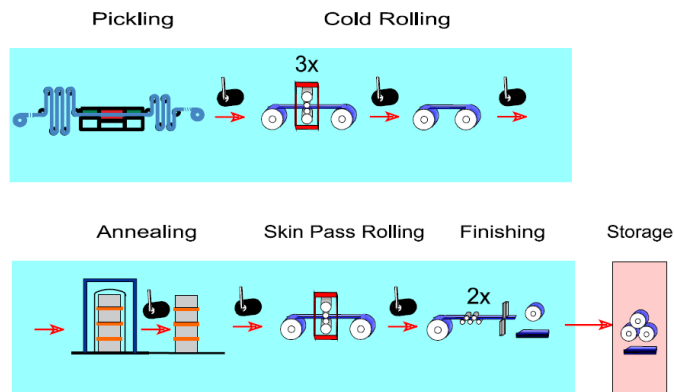
Merupakan proses yang disesuaikan dengan tujuan atau sarana transportasi yang digunakan.

g. *Roll Shop*

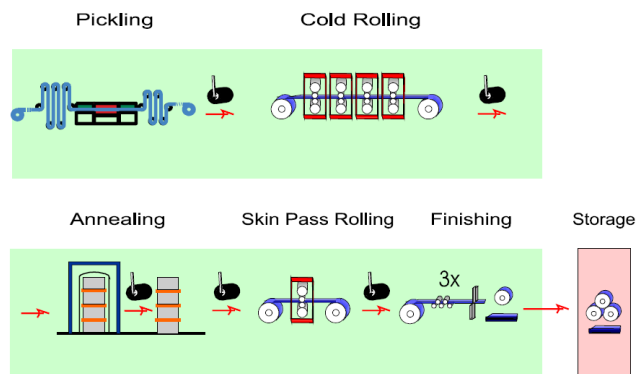
Merupakan suatu proses yang berperan sebagai penyimpanan dan menyiapkan *work rolls* dan *backup rolls* pada *cold rolling* dan *temper mills*.

Berdasarkan penjelasan diatas, *layout-layout* tersebut memiliki 2 tipe proses secara keseluruhan, yaitu *Reversing Mill* dan *Tandem Mill*. *Reversing Mill*

merupakan *rolling mill* dimana benda kerja diteruskan ke depan dan ke belakang melalui sebuah gulungan. Sedangkan *Tandem Mill* adalah *rolling mill* yang dipasang dalam bentuk seri dan memiliki tahap reduksi yang berbeda. Berikut adalah gambar *layout* pada proses *cooling* seperti pada gambar 2.1 dan gambar 2.2.



Gambar 2. 1 *Reversing Mill Layout*
Sumber : *Ferrous Metal Processing - IPPC*

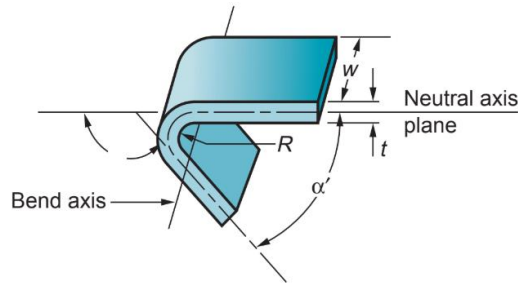


Gambar 2. 2 *Tandem Mill Layout*
Sumber : *Ferrous Metal Processing - IPPC*

2.2.2 Bending

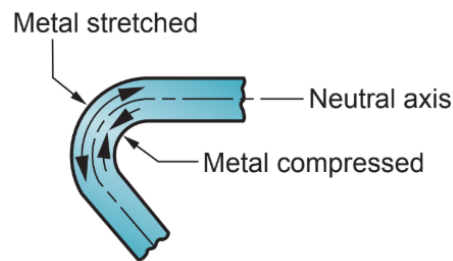
Berdasarkan buku *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* oleh Mikell P. Groover , *Bending* atau pembengkokan merupakan proses manufaktur yang dimana logam yang memiliki tegangan (*strain*) dibengkokkan sesuai dengan sumbu x pada logam tersebut. *Bending* biasanya menggunakan alat *punch* dan *die* tool. Selama proses *bending* berlangsung, ada 2 (dua) metode yang dapat dilakukan, yaitu dibengkokkan berdasarkan diluar perputaran sumbu x, dan didalam sumbu x. Untuk metode

pembengkokan diluar sumbu x dinamakan pemampatan (*compress*), sedangkan didalam sumbu x dinamakan peregangan (*stretch*). Berikut adalah gambar pembengkokan berdasarkan *compress* dan *stretch* seperti pada gambar 2.3 dan gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Pembengkokan dengan metode *Compress*

Sumber : *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* – Mikell P. Groover



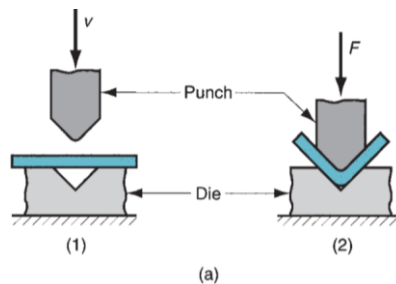
Gambar 2. 4 Pembengkokan dengan metode *Stretch*

Sumber : *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* – Mikell P. Groover

Dikarenakan logam bersifat deformasi plastis, maka pembengkokan hanya bisa diterapkan apabila logam tersebut memiliki ketebalan yang rendah. Jika ketebalan yang dimiliki tinggi, maka logam tersebut sulit untuk dibengkokkan.

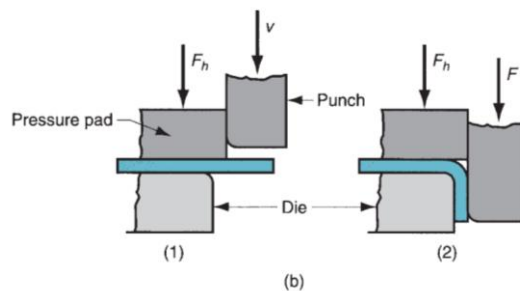
Dalam menerapkan metode pembengkokan diatas, terdapat dua jenis *Bending* yang biasanya digunakan, yaitu *V-Bending* dan *Edge Bending*. *V-Bending* merupakan jenis pembengkokan yang berbentuk V dan biasanya digunakan dalam jumlah produksi yang rendah. Sedangkan *Edge Bending* merupakan jenis pembengkokan yang melibatkan *cantilever loading* pada logam. Artinya pembengkokan dilakukan berdasarkan tekanan yang tinggi. Untuk lebih

jelasnya, berikut adalah bagian spesifik dari *V-Bending* dan *Edge Bending* seperti pada gambar 2.5 dan gambar 2.6.



Gambar 2. 5 Jenis Pembengkokan *V-Bending*

Sumber : *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process and System* – Mikell P. Groover



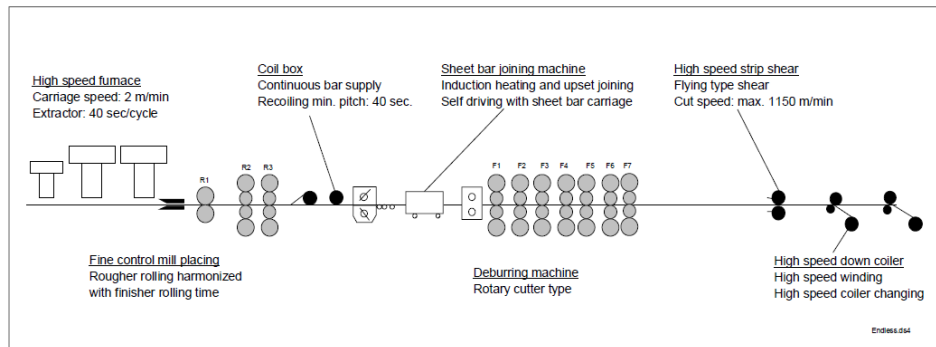
Gambar 2. 6 Jenis Pembengkokan *Edge Bending*

Sumber : *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* – Mikell P. Groove

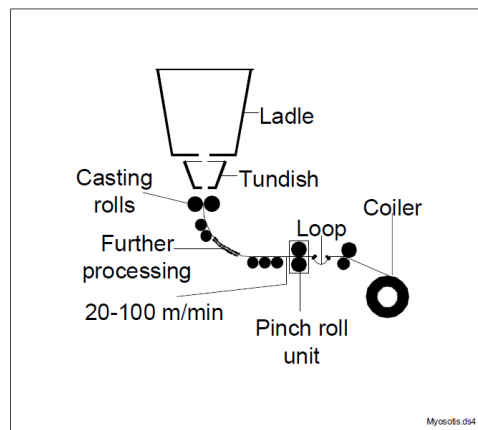
Dalam *V-Bending* maupun *Edge Bending*, terdapat beberapa perhitungan dan tahap yang harus dilakukan. Tahap pertama yaitu menentukan *bend allowance*. *Bend allowance* dihitung berdasarkan *bend angle* yang telah ditetapkan. Tujuan dari adanya *bend allowance* adalah untuk mengestimasi pembengkokan agar tidak mengalami peregangan secara berlebih.

2.2.3 Pinching

Menurut buku *Ferrous Metal Processing* – IPPC, *pinching* merupakan tahap akhir dari proses *rolling* dan dikategorikan sebagai *Hot Rolling and Water Treatment*. Hal ini dikarenakan proses ini dilakukan setelah proses *coiling* (jika ditinjau dari diagram *view endless rolling*). Untuk lebih jelasnya, berikut adalah gambaran dari proses *pinching* yang dilakukan seperti gambar 2.7 dan gambar 2.8.



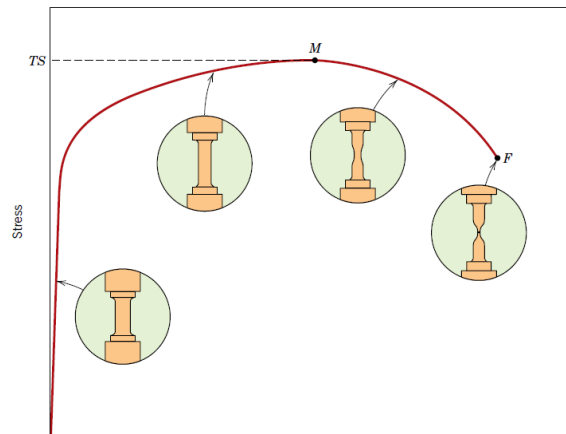
Gambar 2. 7 *Endless Rolling Layout*
 Sumber : *Ferrous Metal Processing* – IPPC



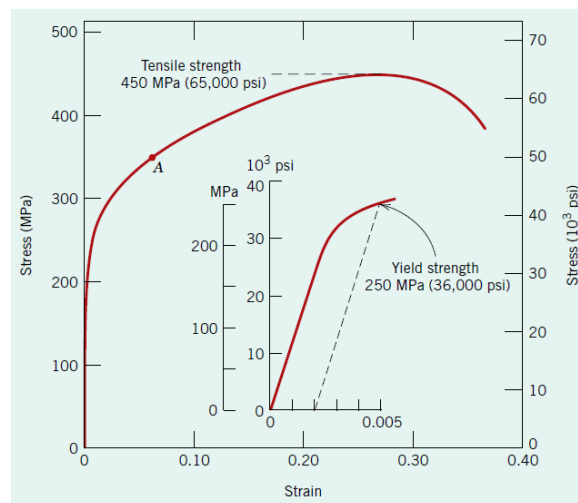
Gambar 2. 8 Bagian *Pinch Roll*
 Sumber : *Ferrous Metal Processing* – IPPC

2.2.4 *Looping*

Menurut William D. Callister dalam buku *Material Science and Engineering*, *Looping* merupakan suatu metode pada proses manufaktur berupa penarikan *billet* selama proses *roll mill* berlangsung. Tujuan dari adanya *looping* adalah untuk menguatkan atau menaikkan nilai suatu tensil pada material, khususnya pada *billet* tersebut. Hal ini juga mempengaruhi panjang suatu material, karena ketika material dilakukan uji tarik, maka *elongation* bertambah. Berikut adalah skema hubungan antara elongasi terhadap nilai tensil yang dihasilkan :



Gambar 2. 9 Elongasi pada *Tensile Strength*
 Sumber : *Material Science and Engineering* – William D. Callister



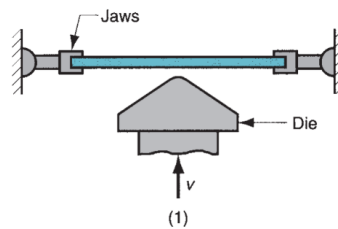
Gambar 2. 10 Diagram *Tensile Strength*
 Sumber : *Material Science and Engineering* – William D. Callister

Berdasarkan gambar 2.9 dan gambar 2.10, dapat disimpulkan bahwa semakin kuat tingkat tensil yang dihasilkan, maka elongasi yang dihasilkan semakin tinggi, namun hanya di titik maksimum saja. Jika nilai tensil melebihi tingkat maksimum, maka hasil yang didapat adalah *fracture* (patah).

2.2.5 *Stretching*

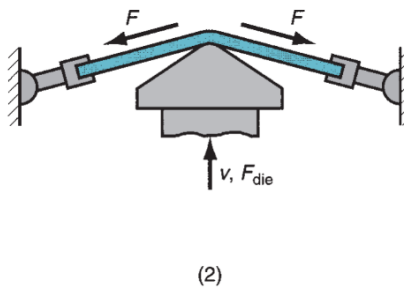
Berdasarkan buku *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* oleh Mikell P. Groover *Stretching* (peregangan) merupakan proses deformasi pada logam dimana logam tersebut dengan sengaja diregangkan untuk mendapatkan bungkakan maupun elongasi (panjang). Proses yang

dilakukan *stretching* adalah dengan meregangkan logam hingga mencapai deformasi plastis. Namun dalam melakukan proses tersebut, perlu mempertimbangkan gaya yang dibutuhkan dengan tujuan untuk memperkirakan bentuk seperti apa yang diinginkan.



Gambar 2. 11 Logam sebelum mengalami *Stretching*

Sumber : *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* – Mikell P. Groover



Gambar 2. 12 Logam pada proses *stretching*

Sumber : *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System* – Mikell P. Groover

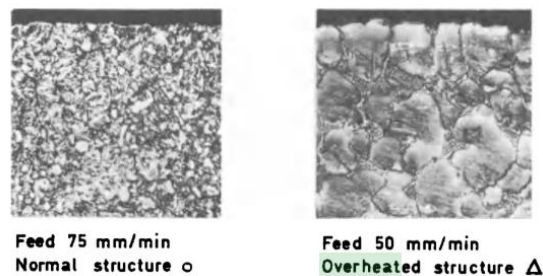
2.3 Proses Kerusakan

Pada subbab proses kerusakan akan dijelaskan mengenai *cracking* dan *overheat*.

2.3.1 Overheat

Berdasarkan buku *Comprehensive Structural Integrity: Cyclic loading and fatigue*, *Overheat* merupakan hasil dari pemanasan dimana melebihi temperatur standar yaitu 1260-1280°C. Penyebab umumnya dari *overheat* adalah ketika terdapat proses *flame hardening*, disana terdapat pula proses oksidasi pada permukaan baja, sehingga selain menyebabkan pelelehan dan pekat, temperatur mudah naik karena oksida dapat memicu akselerasi pemanasan.

Selain itu, jika dilihat dari mikroskop, hasil akhir dari *overheat* adalah partikel permukaan yang tidak merata dan membesar. Berikut adalah gambar dari *overheat* pada material sesuai dengan gambar 2.13.

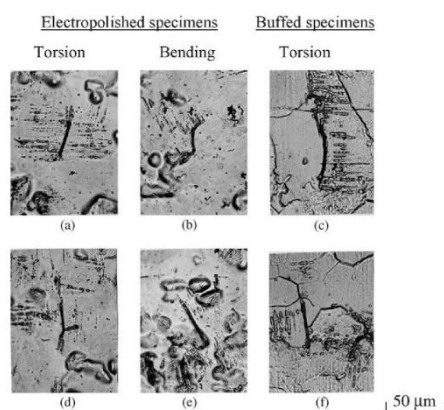


Gambar 2. 13 Hasil dari *Overheat*
Sumber : Comprehensive Structural Integrity: Cyclic loading and fatigue

2.3.2 Cracking

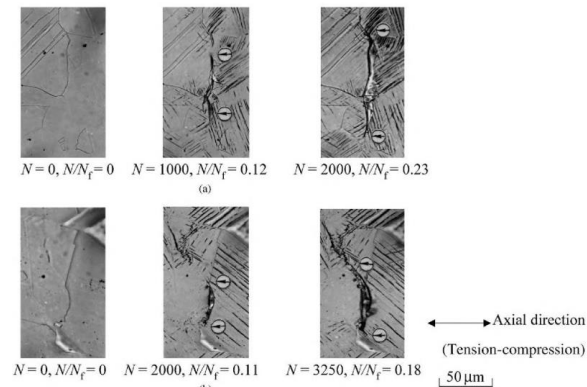
Berdasarkan buku *Comprehensive Structural Integrity: Cyclic loading and fatigue*, *Cracking* merupakan hasil dari *fatigue* dan diakibatkan oleh tegangan yang besarnya lebih kecil dibanding tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) dan tegangan luluh (*yield*) yang diberikan beban konstan.

Cracking dapat dilihat menggunakan *fatigue contour*, dimana dapat diketahui bagaimana proses *cracking* terjadi. Berikut adalah *contour fatigue* beserta gambar hasil *cracking* yang didapat :



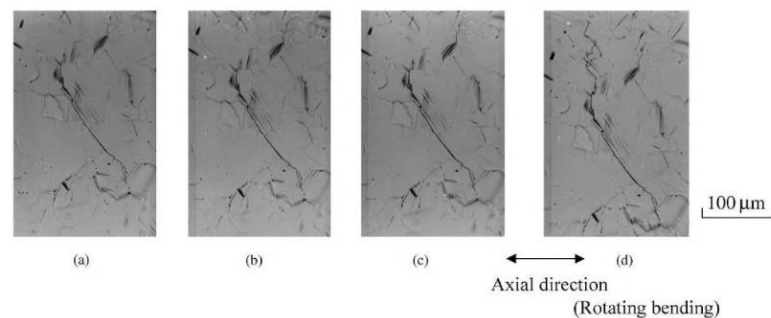
Gambar 2. 14 Perbandingan Spesimen *Cracking* antara Metode Torsi dengan Bending
Sumber : Comprehensive Structural Integrity : Cyclic Loading and Fatigue – Y. Murakami

Dari gambar 2.14, jika menggunakan metode *bending*, maka peluang *cracking* semakin banyak dibanding menggunakan *torsion*. Hal ini dipengaruhi oleh *grain boundary* dari masing-masing material yang dimiliki.



Gambar 2. 15 Kondisi *Cracking* ketika mengalami *Tension-Compression*
 Sumber : *Comprehensive Structural Integrity : Cyclic Loading and Fatigue* – Y. Murakami

Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa *grain boundary* memberikan dampak pada tekanan *tensile* yang dihasilkan. Dengan tinjauan *low fatigue 70/30 brass*, semakin mendekati *grain boundary*, maka nilai *N* yang dihasilkan semakin besar, namun nilai N/N_f semakin kecil.



Gambar 2. 16 Kondisi *Cracking* ketika mengalami *Rotating Bending*
 Sumber : *Comprehensive Structural Integrity : Cyclic Loading and Fatigue* – Y. Murakami

Sedangkan pada gambar diatas, berdasarkan tinjauan *high-cycle fatigue 70/30 brass* dan *slip bands*, dapat diketahui bahwa semakin mendekati area *slip bands*, maka semakin besar nilai *N* yang dihasilkan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa *cracking* dapat dihasilkan banyak atau tidaknya berdasarkan metode yang diterapkan, tekanan yang digunakan, rotasi metode, dan bentuk yang dihasilkan. Semakin keras metode yang digunakan (dalam hal ini tekanan tinggi dan nilai rotasi besar),

maka bentuk *cracking* yang dihasilkan juga semakin banyak. Sehingga peluang untuk *defect* juga besar.

2.4 Standar Produksi

Pada subbab standar produksi akan dijelaskan mengenai Standar Nasional Indonesia, *Quality Measurement*, dan *Critical to quality*

2.4.1 Standar Nasional Indonesia (SNI) Baja Tulangan Beton

Standar Nasional Indonesia merupakan standar yang ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Proses baja tulangan beton telah diatur oleh SNI 2052:2017 . Di dalam SNI baja tulangan beton terdapat standar ukuran yang harus dipenuhi, diantaranya ukuran berat, diameter, dan sirip/ulir. Selain itu terdapat sifat mekanis yang harus dipenuhi seperti *Yield Strength*, *Tensile Strength*, sudut lengkung, nilai regangan, dan diameter lengkung. Berikut adalah tabel SNI pada baja tulangan beton.

a. Ukuran dan Toleransi

Baja tulangan beton memiliki 2 jenis produk, yaitu polos dan ulir/sirip/ Berikut adalah ukuran dan toleransi dari kedua jenis produk seperti pada tabel 2.3 dan tabel 2.5.

Tabel 2. 3 Ukuran dan Toleransi Baja Tulangan Beton Polos sesuai dengan SNI

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		Mm	mm ²	kg/m
1	P6	6	28	0,222
2	P8	8	50	0,395
3	P10	10	79	0,617
4	P12	12	113	0,888
5	P14	14	154	1,208
6	P16	16	201	1,578
7	P19	19	284	2,226
8	P22	22	380	2,984
9	P25	25	491	3,853

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Tabel 2. 4 (lanjutan) Ukuran dan Toleransi Baja Tulangan Beton Polos sesuai dengan SNI

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter*
		mm	mm ²	kg/m
10	P28	28	616	4,834
11	P32	32	804	6,313
12	P36	36	1018	7,990
13	P40	40	1257	9,865
14	P50	50	1964	15,413
<p>Catatan :</p> <ul style="list-style-type: none"> *sebagai referensi Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran adalah sebagai berikut : <ul style="list-style-type: none"> a. Luas penampang nominal (A) $A = 0,7854 \times d^2 \text{ (mm}^2\text{)}$ d = diameter nominal (mm) b. Berat nominal $\frac{0,785 \times 0,7854 \times d^2}{100} \text{ kg/m}$ 				

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Tabel 2. 5 Ukuran dan Toleransi pada Baja Tulangan Beton Sirip sesuai dengan SNI

No	Pena maan	Diamete r Nominal (d)	Luas penamp ang nominal (A)	Tinggi Sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) Maks	Lebar sirip membuj ur (T) Maks	Berat Nominal per meter
				min	maks			
		mm	mm ²	mm	mm	Mm	Mm	Kg/m
1	S6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Tabel 2. 6 (lanjutan) Ukuran dan Toleransi pada Baja Tulangan Beton Sirip sesuai dengan SNI

No	Pena maan	Diamete r Nominal (d)	Luas penamp ang nominal (A)	Tinggi Sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) Maks	Lebar sirip membuj ur (T) Maks	Berat Nominal per meter
				min	maks			
		Mm	mm ²	mm	mm	mm	Mm	Kg/m
7	S22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031
<p>Catatan :</p> <ol style="list-style-type: none"> Diameter nominal hanya dipergunakan untuk perhitungan parameter nominal lainnya dan tidak perlu diukur Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran sirip/ulir adalah sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> Luas penampang (A) $A = 0,7854 \times d^2 \text{ (mm}^2\text{)}$ d = diameter nominal (mm) Berat nominal = $\frac{0,785 \times 0,7854 \times d^2}{100} \times 0,7 \text{ (kg/m)}$ Jarak sirip melintang maksimum = 0,70 d Tinggi sirip min = 0,05d , maks = 0,10 d Jumlah 2 (dua) sirip membujur maks = 0,25K $K = 0,3142 \times d \text{ (mm)}$ 								

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Tabel 2. 7 Ukuran dan Toleransi Diameter pada Baja Tulangan Beton Polos sesuai dengan SNI

No	Diameter (d)	Toleransi (t)	Penyimpangan kebulatan maks (p)
	Mm	Mm	Mm
1	6	$\pm 0,3$	0,42
2	$8 \leq d \leq 14$	$\pm 0,4$	0,56
3	$16 \leq d \leq 25$	$\pm 0,5$	0,70
4	$28 \leq d \leq 34$	$\pm 0,6$	0,84
5	$d \geq 36$	$\pm 0,8$	1,12
Catatan : 1. Penyimpangan kebulatan maksimum dengan rumus : $p = (d_{maks} - d_{min}) \leq (2t \times 70\%)$ 2. Toleransi untuk baja tulangan beton polos = $d - d_{aktual}$			

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Tabel 2. 8 Ukuran dan Toleransi Diameter pada Baja Tulangan Beton Sirip sesuai dengan SNI

Diameter nominal (mm)	Toleransi (%)
$6 \leq d \leq 8$	± 7
$10 \leq d \leq 14$	± 6
$16 \leq d \leq 29$	± 5
$d > 29$	± 4
Catatan : Toleransi berat untuk baja tulangan beton sirip = $\frac{berat_{nominal} - berat_{aktual}}{berat_{nominal}} \times 100\%$ berat	

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Catatan lain :

- Standar panjang yang ditetapkan adalah 10 m dan 12 m
- Toleransi panjang ditetapkan minimum 0 mm, maksimum +70 mm

b. Sifat Mekanis

Tabel 2. 9 Standarisasi Uji Tarik dan Uji Lengkung pada Baja Tulangan Beton sesuai dengan SNI

Kelas Baja Tulangan	Uji Tarik			Uji Lengkung		Rasio TS/YS (Hasil uji)
	YS	TS	Regangan dalam 200 mm, Min.	Sudut lengkung	Diameter pelengkung	
	MPa	MPa	%		mm	
BjTP 280	Min 280	Min 350	11 ($d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	-
	Maks 405		12 ($d \geq 12$ mm)	180°	5d ($d \geq 19$ mm)	
BjTS 280	Min 280	Min 350	11 ($d \leq 10$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
	Maks 405		12 ($d \geq 13$ mm)	180°	5d ($d \geq 19$ mm)	
BjTS 420A	Min 420 Maks 545	Min 525	9 ($d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			8 ($22 \leq d \leq 25$ mm)	180°	5d ($19 \leq d \leq 25$ mm)	
			7 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
BjTS 420B	Min 420 Maks 545	Min 525	14 ($d \leq 19$ mm)	180°	3,5d ($d \leq 16$ mm)	Min. 1,25
			12 ($22 \leq d \leq 36$ mm)	180°	5d ($19 \leq d \leq 25$ mm)	
			10 ($d > 36$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
BjTS 520	Min 520 Maks 645	Min 650	7 ($d \leq 25$ mm)	180°	5d ($d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
			6 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq 36$ mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

Tabel 2. 10 (lanjutan) Standarisasi Uji Tarik dan Uji Lengkung pada Baja Tulangan Beton sesuai dengan SNI

Kelas Baja Tulangan	Uji Tarik			Uji Lengkung		Rasio TS/YS (Hasil uji)
	YS	TS	Regangan dalam 200 mm, Min.	Sudut lengkung	Diameter pelengkung	
	MPa	MPa	%		mm	
BjTS 550	Min 550	Min 687,5	7 ($d \leq 25$ mm)	180°	5d ($d \leq 25$ mm)	Min. 1,25
	Maks 675		6 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq$ 36 mm)	
				90°	9d ($d > 36$)	
BjTS 700	Min 700	Min 805	7 ($d \leq 25$ mm)	180°	5d ($d \leq 25$ mm)	Min. 1,15
	Maks 825		6 ($d \geq 29$ mm)	180°	7d ($29 \leq d \leq$ 36 mm)	
				90°	9d ($d > 36$ mm)	
Catatan :						
1. d adalah diameter nominal baja tulangan beton						
2. Hasil uji lengkung tidak boleh menunjukkan retak pada sisi luar lengkungan benda uji lengkung						

Sumber : Standar Nasional Indonesia 2052:2017

2.4.2 Quality Measurement

Menurut Douglas C. Montgomery dalam buku *Statistical Quality Control 6th Edition*, dalam pengukuran kualitas terdapat elemen yang perlu dipertimbangkan, yaitu kapabilitas. Berikut adalah penjelasan kapabilitas pada kualitas.

a. Proses Kapabilitas

Proses kapabilitas adalah kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk atau jasa sesuai standar yang ditetapkan. Berikut adalah tahapan dalam menghitung proses kapabilitas beserta rumus yang digunakan :

1) Menghitung kapabilitas proses (C_p)

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2. 1)$$

Keterangan :

USL : *Upper Control Limit*

LSL : *Lower Control Limit*

σ : $\frac{\bar{R}}{d_2}$

2) Menghitung estimasi *Process Capability Ratio*

$$C_{\hat{p}} = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \quad (2. 2)$$

Keterangan :

USL : *Upper Control Limit*

LSL : *Lower Control Limit*

3) Menghitung *percentage of specification band*

$$P = \left(\frac{1}{C_p} \right) 100 \quad (2. 3)$$

4) Menghitung batas atas-bawah spesifikasi

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (2. 4)$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (2. 5)$$

Keterangan :

C_{pu} : *Upper Specification*

C_{pl} : *Lower Specification*

μ : rata-rata

σ : standar deviasi

USL : *Upper Control Limit*

LSL : *Lower Control Limit*

5) Menghitung rasio proses kapabilitas untuk *off-center process*

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}) \quad (2. 6)$$

2.4.3 Critical To Quality

Menurut *Six Sigma* Indonesia, CTQ (*Critical To Quality*) adalah kunci karakteristik yang diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai standar dari spesifikasinya agar dapat memenuhi kebutuhan *customer*.

Penggunaan CTQ biasanya dilakukan dengan *tools* CTQ *Tree*, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kritis dari suatu kualitas produk tersebut. Untuk lebih jelasnya, berikut merupakan tahapan dalam membuat CTQ *Tree*.

1. Mengidentifikasi Kebutuhan Penting

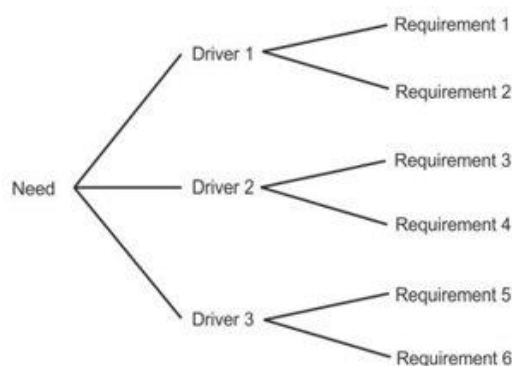
Hal pertama yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi kebutuhan utama dari sebuah produk. Dalam mengidentifikasi kebutuhan, peran CTQ adalah dapat menemukan kebutuhan utama yang harus dilakukan terlebih dahulu.

2. Mengidentifikasi *Quality Drivers*

Selanjutnya adalah mengidentifikasi kualitas secara spesifik dari *driver* yang harus ditempatkan agar bertemu dengan kebutuhan yang telah diidentifikasi. Tujuan dari tahap ini adalah agar faktor kebutuhan dari *customer* dapat terpenuhi.

3. Mengidentifikasi *Requirement* dari Peformansi

Langkah terakhir adalah dengan mengidentifikasi minimum *requirement* dari suatu peformasi proses yang dilakukan, berdasarkan spesifikasi *driver* yang telah dilakukan pada tahap kedua. Tujuannya adalah untuk menyediakan *quality product* dan mengukur peformansi kebutuhan dengan baik.



Gambar 2. 17 *Critical To Quality Tree*
Sumber : Six Sigma Indonesia

2.5 Metode yang digunakan

Pada subbab ini, akan dijelaskan mengenai konsep *lean*, *six sigma*, *lean six sigma*, *root cause analysis*, *failure mode effect analysis*, *value engineering*, dan PDCA (*plan, do, check, action*).

2.5.1 Konsep *Lean*

Lean merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengeliminasi *waste* dalam suatu proses. Diadopsi dari “*Toyota Production System*”, *Lean* memiliki 5 prinsip yang menjadi acuan utama dalam proses implementasinya, yaitu :

- *Value*

Merupakan nilai dan tujuan yang hendak dicapai dari suatu proses untuk memenuhi permintaan pasar.

- *Value Stream*

Merupakan kegiatan yang menghasilkan nilai dan tujuan berdasarkan permintaan pasar.

- *Flow*

Merupakan alur yang digunakan untuk memenuhi permintaan pasar. Pada tahapan ini pula, terdapat kajian beberapa proses yang menghasilkan *waste* dan perlu dieliminasi, agar proses yang dilakukan berjalan dengan lancar.

- *Pull*

Merupakan bagian yang berfokus pada pemenuhan permintaan pasar dimana bertujuan untuk meningkatkan daya tarik konsumen dalam memilih produk.

- *Perfection*

Merupakan tahapan *improvisasi* dari suatu proses yang perlu dilakukan agar proses tersebut bersifat efisien dan efektif, serta dapat menerapkan definisi *lean* dengan baik

Terdapat 4 jenis *lean* yang biasanya digunakan, yaitu *lean tools*, *lean lean concept*, *lean culture*, dan *lean planning*. Namun, yang lebih sering

diimplementasi di perusahaan adalah *lean concept*, karena jenis *lean* ini berhubungan erat dengan *waste elimination*

Lean concept (atau istilahnya konsep *lean*) merupakan hasil pengembangan dari TPS (*Toyota Production System*) khususnya pengembangan dalam mengeliminasi *waste*. Awalnya, Toyota mendefinisikan penyelesaian *waste* menjadi 3 kategori, yaitu *muda*, *muri*, *mura*. Hubungan diataranya adalah *muri* berfokus pada perencanaan dan persiapan dalam suatu proses, yang dimana bertujuan untuk mengefektifkan kegiatan yang dilakukan dan menghindari kegiatan yang tidak seharusnya dilakukan (dalam kata lain melakukan desain kegiatan). Selanjutnya adalah *mura*, dimana mengimplementasikan desain kegiatan yang dilakukan serta mengkaji beberapa hal yang perlu dilakukan eliminasi. Sedangkan *Muda* dapat dilakukan jika *Mura* dan *Muri* telah dilakukan.

Muda dapat diidentifikasi *waste* sebagai berikut :

a. *Transportation*

Merupakan *waste* dimana memindahkan barang yang seharusnya tidak termasuk dalam proses tersebut.

b. *Inventory*

Merupakan *waste* dimana semua komponen, *work in process*, dan barang jadi tidak diproses kembali dan disimpang di *warehouse*.

c. *Motion*

Merupakan *waste* dimana gerakan-gerakan tersebut tidak termasuk kedalam proses tersebut.

d. *Waiting*

Merupakan *waste* dimana menunggu proses berikutnya sehingga menghasilkan *waiting time* yang tinggi.

e. *Overproduction*

Merupakan *waste* dimana memproduksi barang melebihi *demand* yang seharusnya.

f. *Over Processing*

Merupakan *waste* dimana melakukan proses produksi secara berlebihan.

g. *Defect*

Merupakan *waste* dimana setelah dilakukan inspeksi produk, ditemukan hasil produk yang tidak sesuai standar/cacat, sehingga tidak layak untuk dipasarkan.

2.5.2 *Six Sigma*

Menurut isixsigma , *Six Sigma* adalah suatu metode berbasis data yang digunakan untuk meminimalisir produk cacat dan mendekatkan kualitas produk tersebut menjadi sempurna. *Six Sigma* dapat diterapkan di segala aspek, namun biasanya aspek yang selalu menggunakan metode ini adalah aspek manufaktur dan jasa. Pada subbab *six sigma* ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu fase *six sigma* dan perhitungan *six sigma*.

2.5.2.1 *Fase Six Sigma*

Tujuan dari penggunaan *Six Sigma* adalah untuk menerapkan strategi bisnis berbasis pengukuran yang berfokus pada peningkatan proses dan pengurangan variasi dengan menggunakan sub-metodologi DMAIC dan DMADV. DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) merupakan sistem peningkatan untuk proses yang ada dibawah spesifikasi dan mencari peningkatan secara bertahap. Sedangkan DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design, Verify*) adalah sistem pebaikan yang digunakan untuk mengembangkan proses suatu produk baru pada tingkat kualitas *Six Sigma*. Namun untuk penelitian yang akan dilakukan, fase *six sigma* yang digunakan adalah DMAIC.



Gambar 2. 18 Fase Six Sigma

Sumber : <http://shiftindonesia.com/mengenal-5-fase-problem-solving-dalam-lean-six-sigma-2/>

2.5.2.2 Perhitungan Six Sigma

Untuk menghitung *six sigma*, perlu mengetahui nilai dari DPU, DPMO, PPM, dan RTY. Berikut adalah penjelasan beserta rumus yang digunakan :

a. DPU (*Defect Per Unit*)

DPU merupakan rata-rata dari *defect* yang dihasilkan pada suatu produk dan dihitung per unit. Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{DPU} = \frac{\text{total number of defect found in a sample}}{\text{sample size}} \quad (2. 7)$$

b. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

DPMO merupakan rasio dari *defect* yang dihasilkan dalam suatu sampel dan dihitung per juta produk. Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Total number of defect found in a sample}}{\text{sample size} \times \text{number of defect opportunities per unit in a sample}} \times 1.000.000 \quad (2. 8)$$

c. PPM (*Part Per Million Defective*)

PPM merupakan jumlah *defect* yang dihasilkan dalam hitungan per juta produk. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{PPM} = \frac{\text{Total number of defective units found in a sample}}{\text{sample size}} \times 1.000.000$$

(2. 9)

2.5.3 *Lean Six Sigma*

Merupakan metode integrasi antara *Lean* dan *Six Sigma*, dimana berguna untuk melakukan *improvement* secara berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas produk dan menurunkan biaya dari proses produksi tersebut.

Lean Six Sigma dapat diimplementasikan di sektor manapun. Cara implementasi metode ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui apa yang dibutuhkan

Dalam mengimplementasi *Lean Six Sigma*, maka perlu mengetahui bagian manakah yang perlu diperbaiki. Hal ini bertujuan untuk mengefektifkan kegiatan identifikasi dan dapat menyelesaikan permasalahan secara *to do point*.

2. Memilih, melatih, dan mengembangkan implementasi dari pemimpin

Setelah mengetahui hal manakah yang perlu diperbaiki, maka selanjutnya adalah memilih pemimpin yang memiliki keahlian dibidang tersebut, serta melatih dan mengembangkan *improvement* tersebut .

3. Mengajarkan metodologi dan mengembangkan budaya

Setelah dilakukan pemilihan dan pelatihan pemimpin, maka langkah selanjutnya adalah mempelajari metodologi dan budaya di lingkungan kerja tersebut. Hal ini bertujuan agar dalam mengembangkan metode *Lean Six Sigma*, dapat menghasilkan hasil yang signifikan.

4. Mengembangkan daftar kegiatan

Dalam mengembangkan daftar kegiatan yang dilakukan, dapat menggunakan *feedback* dari konsumen sebagai bahan *improvement* kegiatan.

5. *Team Ownership*

Selanjutnya adalah memilih karyawan yang dapat melakukan kegiatan ini serta memiliki *empowerment* dan dapat dipercaya.

6. *Quantify Result*

Selanjutnya adalah melakukan *improvement* yang telah didesain sebelumnya. Selama melakukan *improvement* , perlu dilakukan pengecekan secara

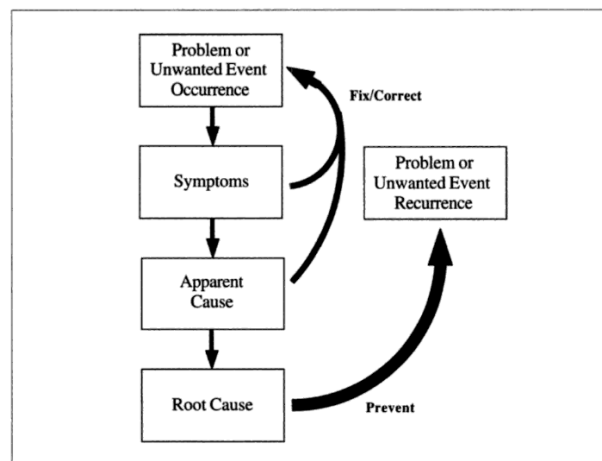
terukur. Hal ini berguna agar *improvement* tersebut dapat menghasilkan hasil yang terukur pula.

7. Mengetahui hasil kontribusi yang telah dilakukan dan memberikan *Reward*

Jika *improvement* telah dilakukan dan hasil yang didapat sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dilakukan *reward and recognition* yang bertujuan untuk menambah peformansi baik karyawan maupun pemimpin yang terlibat didalamnya.

2.5.4 Root Cause Analysis

Menurut Paul F. Wilson dalam buku *Root Cause Analysis : A Tool for Total Quality Management*, *Root Cause Analysis* merupakan suatu metode dasar dan terstruktur yang digunakan dalam pengukuran kualitas, dimana berfungsi untuk mengetahui kejadian secara spesifik dan mengidentifikasi penyebab permasalahan untuk diselesaikan. Di dalam RCA, penyebab permasalahan tersebut diuraikan hingga menemukan akar permasalahan tersebut. Untuk lebih jelasnya, berikut adalah skema RCA.



Gambar 2. 19 *Root Cause Analysis System*

Sumber : *Root Cause Analysis : A Tool for Total Quality Management* – Paul F. Wilson

RCA memiliki kelebihan dalam penerapan suatu kejadian. Berikut adalah kelebihan yang dijelaskan secara poin-poin :

- Menyediakan penambahan utilisasi pada sumber daya
- Menghindari gangguan yang tidak diinginkan
- Mengukur objektivitas dalam menyelesaikan masalah

- Memprediksi permasalahan lain yang mungkin dapat terjadi
- Mengidentifikasi peluang perbaikan lainnya

2.5.5 *Failure Mode Effect Analysis*

Menurut refrensi web asq.org/quality-resources/fmea, *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, serta mengeliminasi kegagalan/kerusakan secara efektif.

FMEA memiliki empat komponen utama, yaitu *Severity* (kerusakan yang dialami), *occurence* (jumlah peristiwa kerusakan yang terjadi), *detection* (tingkat kerusakan tersebut dapat dideteksi), serta RPN (*Risk Priority Number*). Terdapat tiga jenis FMEA yaitu Proses FMEA, Desain FMEA, Sistem FMEA. Proses FMEA merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis permasalahan pada suatu proses. Desain FMEA merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis suatu rancangan pada suatu barang/produk sebelum dipasarkan. Sedangkan sistem FMEA merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis sistem suatu proses yang sedang digunakan.

Tahapan dalam membuat FMEA adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi potensi kesalahan (*failure mode*) kemudian dilanjutkan dengan membuat daftar potensi kesalahan
2. Mengidentifikasi efek dari potensi kesalahan tersebut
3. Membuat tabel *rating* untuk penilaian *severity*, *occurence*, dan *detection*. Tabel ini berisi nilai 1 yang memiliki level paling rendah (masih dapat diterima), hingga 10 yang memiliki level paing tinggi (tidak dapat diterima)
4. Mengidentifikasi penyebab dari *severity*, kemudian memberikan nilai pada *severity*. Hal tersebut berlaku untuk *occurence* dan *detection*
5. Menghitung RPN (*Risk Priority Number*) dengan cara mengalikan *Severity*, *Occurence*, *Detection*. Yang mendapatkan nilai paling tinggi itulah yang diharuskan untuk diselesaikan terlebih dahulu
6. Menetapkan *action* dalam menyelesaikan permasalahan berdasarkan RPN.

Untuk lebih jelasnya, berikut adalah tabel FMEA yang digunakan seperti pada gambar 2.20, serta tabel indikator seperti pada tabel 2.11, tabel 2.12, dan tabel 2.13.

PFMEA example / TABLE 6

Process step/ input	Potential failure mode	Potential failure effects	SEV	Potential causes	OCC	Current controls	DET	RPN	Actions recommended	Resp.	Actions taken	SEV	OCC	DET	RPN
1	Part not installed	Device does not work	10	Process step skipped	3	SOP 123: process routing sheet	10	300	Modify program to halt production	T. Kubiak 06-17-14	Program modified to detect missing parts	10	1	1	10
1	Wrong part installed	Device overheats	7	Parts co-mingled in bin	7	None	10	490	Place different parts in different bins	T. Kubiak 06-17-14	Parts sorted and new bins added	7	1	3	21

DET = detection

OCC = occurrence

PFMEA = process failure mode and effects analysis

Resp = responsible

RPN = risk priority number

SEV = severity

SOP = standard operating procedure

Gambar 2. 20 Tabel FMEA
Sumber : <https://asq.org/quality-resources/fmea>

Tabel 2. 11 Tabel untuk *Severity*

Rank	Severity Level	Criteria
1	<i>No Effect</i>	Tidak ada efek kerusakan yang berarti
2	<i>Very Minor</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan ringan dan tidak terlalu spesifik
3	<i>Minor</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan ringan dan spesifik
4	<i>Very Low</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan sedang dan tidak terlalu spesifik
5	<i>Low</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan sedang dan spesifik
6	<i>Moderate</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan sedang dan sangat spesifik
7	<i>High</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan cukup tinggi dan tidak terlalu spesifik
8	<i>Very High</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan tinggi dan spesifik
9	<i>Harzadous with Warning</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan sangat tinggi dan spesifik
10	<i>Harzadous without Warning</i>	Kesalahan yang menimbulkan kerusakan secara permanen

Sumber : <https://www.slideshare.net/KamalVora1/dfmea-dr-dvp-kcv>

Tabel 2. 12 Tabel untuk *Occurence*

Rank	Occurence Level	Criteria
1	<i>Remote</i>	Kesalahan yang nyaris tidak terjadi
2	<i>Very Low</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian cukup rendah dilakukan
3	<i>Low</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian relatif rendah dilakukan
4	<i>Moderate</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian cukup terjadi
5	<i>Moderate</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian tidak berkala
6	<i>Moderate</i>	Terdapat kesalahan yang kadang-kadang terjadi
7	<i>High</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian cukup tinggi
8	<i>High</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian sangat tinggi
9	<i>Very High</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian cukup permanen
10	<i>Very High</i>	Terdapat kesalahan dengan frekuensi kejadian sangat permanen

Sumber : <https://www.slideshare.net/KamalVora1/dfmea-dr-dvp-kcv>

Tabel 2. 13 Tabel untuk *Detection*

Rank	Detection Level	Criteria
1	<i>Almost Certain</i>	Kesalahan tersebut sangat mudah dideteksi
2	<i>Very High</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang sangat tinggi dideteksi
3	<i>High</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang tinggi dideteksi
4	<i>Moderately High</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang cukup tinggi dideteksi
5	<i>Moderate</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang sedang dideteksi
6	<i>Low</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang cukup rendah dideteksi
7	<i>Very Low</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang sangat rendah dideteksi

Sumber : <https://www.slideshare.net/KamalVora1/dfmea-dr-dvp-kcv>

Tabel 2. 14 (lanjutan) Tabel untuk *Detection*

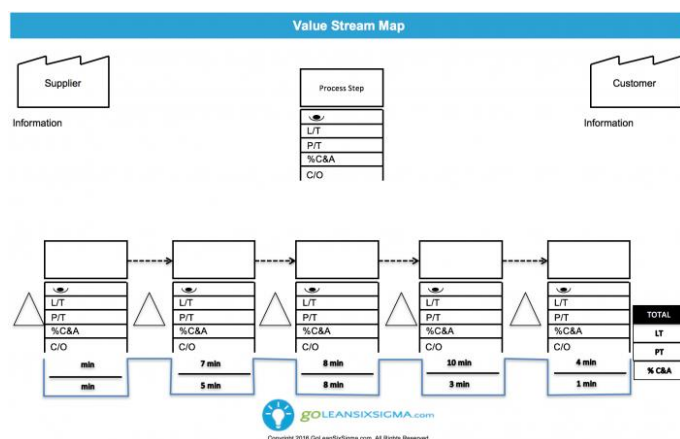
8	<i>Very Remote</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang sangat kecil dideteksi
9	<i>Remote</i>	Kesalahan tersebut memiliki peluang kecil dideteksi
10	<i>Almost Impossible</i>	Kesalahan tersebut nyaris tidak dapat dideteksi

Sumber : <https://www.slideshare.net/KamalVora1/dfmea-dr-dvp-kcv>

2.5.6 Value Stream Mapping

Menurut Drew A. Locher, *Value Stream Mapping* merupakan gabungan definisi dari *Value Stream* dan *Mapping*. *Value Stream* merupakan tindakan secara spesifik dalam menyelesaikan masalah kritis dari suatu proses. Sedangkan *mapping* merupakan penjabaran/pemetaan dari suatu masalah. Sehingga *Value Stream Mapping* merupakan suatu *tools* yang berguna untuk mengetahui permasalahan suatu proses secara spesifik dan *re-design* proses agar menghasilkan proses yang lebih efektif.

Dalam mengerjakan VSM, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk menghasilkan *output* seperti pada gambar 2.xx . Berikut merupakan tahapan VSM yang pada umumnya digunakan.



Gambar 2. 21 *Value Stream Mapping* untuk *Lean Six Sigma*

Sumber : <https://goleansixsigma.com/value-stream-map/>

Tahap 1: Memetakan aliran proses (*process flow*)

Tujuan dari adanya pemetaan *process flow* ini adalah untuk mengetahui alur proses dari awal hingga akhir, serta dapat memetakan kegiatan yang bersifat *Value Added* maupun *Non Value Added*. Dalam memetakan aliran proses, perlu mengikuti simbol yang digunakan. Berikut adalah simbol VSM yang terdapat pada tabel 2.15.

Tahap 2: Menambahkan informasi terkait pemetaan proses

Penambahan informasi pada VSM sebagian besar berupa penamaan proses dan *supplier* pada proses yang sedang berlangsung. Hal ini berguna untuk mengetahui proses apa saja yang sedang terjadi.

Tahap 3: Mengumpulkan data proses yang dibutuhkan

Data yang biasanya digunakan dalam proses pemetaan adalah *Inventory*, *cycle time*, *change over time*, *up time*, *number of operation*, *shift worked*, *net available working time*, *scrap rate*, *pack size*, *batch size*.

Tahap 4: Menganalisis data yang didapat

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan disesuaikan dengan *process flow*, *output* data yang dapat dianalisis adalah *excessive inventory*, *long cycle times*, *low uptime*, *excessive setup times*, *rework*.

Tahap 5: Membuat tahap *future state* VSM

Langkah terakhir adalah pembuatan tahap *future state* berdasarkan hasil akhir VSM yang dibuat. Tujuan dari *future state* VSM adalah untuk memperbaiki *current state* VSM yang memiliki hasil *excessive inventory*, *long cycle times*, *low uptime*, *excessive setup times*, *rework* agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

2.5.7 Value Engineering

Menurut Kurt Lieblong, Tim Brock, dan Frank Chupka, *Value Engineering* adalah suatu metode yang digunakan untuk menganalisis dan memperbaiki suatu nilai produk, proses, maupun servis.

Tujuan menerapkan *Value Engineering* adalah sebagai berikut :

- a. Mereduksi biaya menjadi lebih efisien
- b. Mengurangi biaya operasional
- c. Mitigasi Risiko

- d. Memperbaiki jadwal proyek
- e. Memperbaiki konstruksi



Gambar 2. 22 Grafik Benefit Value Engineering

Sumber : <https://www.contractormag.com/best-practices/benefits-value-engineering>

Dari gambar 2.22, dapat diketahui bahwa benefit yang dapat diberikan dari *Value Engineering* adalah dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi dari suatu produk serta dapat menurunkan biaya dari proses tersebut. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *Value Engineering* dapat memberikan alternatif solusi dalam memperbaiki proses yang ada.

2.5.8 PDCA (*Plan Do Check Act*)

Berdasarkan buku *The Toyota Way Fieldbook* oleh Jeffrey K. Liker dan DAVID Meier, PDCA merupakan suatu siklus dimana merupakan variansi antara *input-process-output*. PDCA tidak hanya berfokus pada proses saja, namun juga berfokus dalam meningkatkan kualitas yang terkait di dalamnya. Berikut adalah penjelasan PDCA secara singkat :

1. *Plan*

Merupakan suatu tahapan dimana menentukan *improvement* yang akan dilakukan. Kemudian dilanjutkan dengan merencanakan dari hasil *improvement* yang telah ditentukan.

2. *Do*

Merupakan tahapan dimana melakukan perencanaan yang telah dibuat

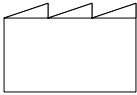
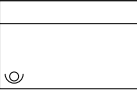


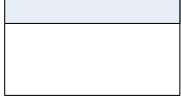
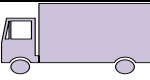
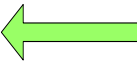

3. *Check*

Merupakan tahapan dimana melakukan pemeriksaan terkait data yang berhubungan dengan perencanaan

4. *Action*

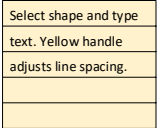


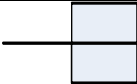

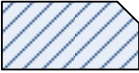

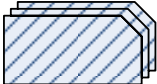
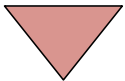
Merupakan tahapan dimana melakukan suatu tindakan untuk mengimplementasi perencanaan yang telah dibuat.

Tabel 2. 15 Penjelasan *Value Stream Mapping*

Simbol	Penjelasan
	Customer/Supplier Icon Merepresentasikan pembeli dan pemasok, dimana letak pemasok adalah sebelah kiri atas sedangkan pembeli terletak di sebelah kanan atas.
	Process Suatu proses yang meliputi mesin, operasional, berdasarkan <i>material flows</i> yang ditetapkan. Hal ini juga merepresentasikan proses dalam satu departemen/area
	Inventory Mewakilkkan berapa banyak stok yang masih tersedia di suatu departemen atau proses
	Push Arrow Merupakan proses pengaliran antara proses satu ke proses lainnya (dalam hal lain adalah sistem <i>pushing</i>)
	Production Control Merepresentasikan penjadwalan produksi baik dari segi proses di departemen, operasional, hingga personal
	Shipment Truck Merepresentasikan transportasi dari supplier menuju pabrik, pabrik menuju konsumen, maupun sebaliknya menggunakan truk
	Shipment Arrow Merupakan alur <i>shipment</i> atau pengiriman dari tempat satu menuju tempat lainnya
	Manual Information Merupakan alur untuk mendapatkan informasi secara manual, dalam artian operator perlu menuju tempat tersebut untuk mendapatkan informasi tersebut

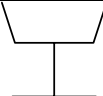


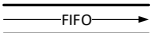


Sumber : http://courses.washington.edu/ie337/Value_Stream_Mapping.pdf

Tabel 2. 16 (lanjutan) Penjelasan *Value Stream Mapping*

Simbol	Penjelasan
	<p>Data Table</p> <p>Merupakan data yang terkait dalam proses tersebut, seperti waktu, jumlah operator, <i>defect</i>, dsb.</p>
	<p>Electronic Information</p> <p>Merupakan informasi menggunakan media elektronik, atau dalam kata lain sudah bersifat otomatis.</p>
	<p>Timeline Segment</p> <p>Merepresentasikan <i>cycle time</i> dan <i>waiting time</i> yang dihasilkan dalam suatu proses</p>
	<p>Timeline Total</p> <p>Merupakan akumulasi total dari <i>timeline segment</i> yang dihasilkan</p>
	<p>Production Kanban</p> <p>Merepresentasikan jumlah barang yang harus diproduksi</p>
	<p>Withdrawal Kanban</p> <p>Merepresentasikan jumlah barang yang harus ditarik</p>
	<p>Batch Kanban</p> <p>Merepresentasikan jumlah barang yang harus diproduksi dalam ukuran <i>batch</i></p>
	<p>Batch Withdrawal Kanban</p> <p>Merepresentasikan jumlah barang yang harus ditarik dalam ukuran <i>batch</i></p>
	<p>Signal Kanban</p> <p>Merepresentasikan jumlah stok barang dalam jumlah mendekati minimum di gudang/<i>warehouse</i></p>

Sumber : http://courses.washington.edu/ie337/Value_Stream_Mapping.pdf

Tabel 2. 17 (lanjutan) Penjelasan *Value Stream Mapping*

Simbol	Penjelasan
	<i>Kanban Post</i> Merepresentasikan lokasi terjadinya pengangkutan barang
	<i>Supermarket</i> Merepresentasikan jumlah <i>inventory</i> yang ada di dalam <i>warehouse</i>
	<i>Safety/Buffer Stock</i> Merepresentasikan jumlah <i>safety stock</i> yang tersedia guna mengatasi permasalahan <i>overdemand</i> .
	<i>FIFO Lane</i> Merepresentasikan ketika proses menggunakan sistem FIFO untuk mengidentifikasi batas <i>input</i> yang ada
	<i>Kaizen Burst</i> Merepresentasikan tindakan <i>improvement</i> yang dilakukan dalam proses tersebut
	<i>Load Levelling</i> Merepresentasikan level volume produksi yang dihasilkan dalam periode tertentu

Sumber : http://courses.washington.edu/ie337/Value_Stream_Mapping.pdf

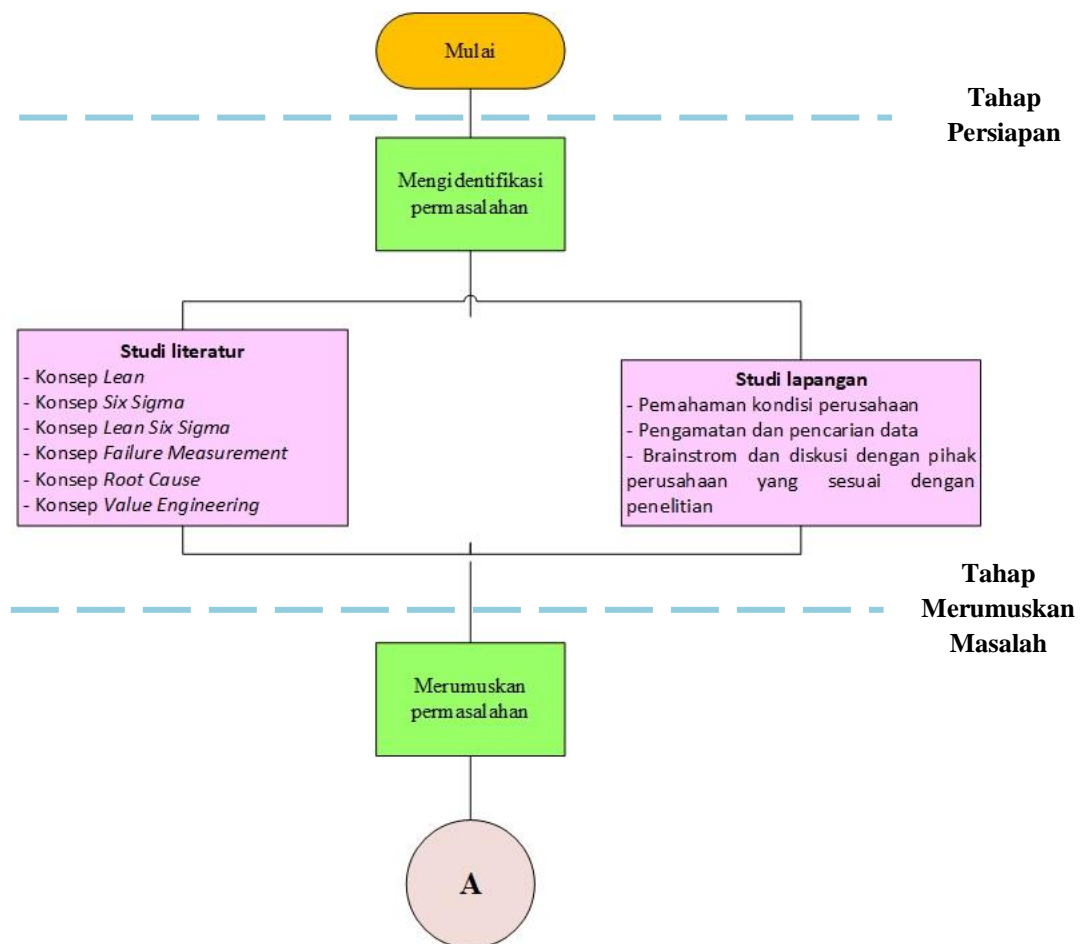
(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

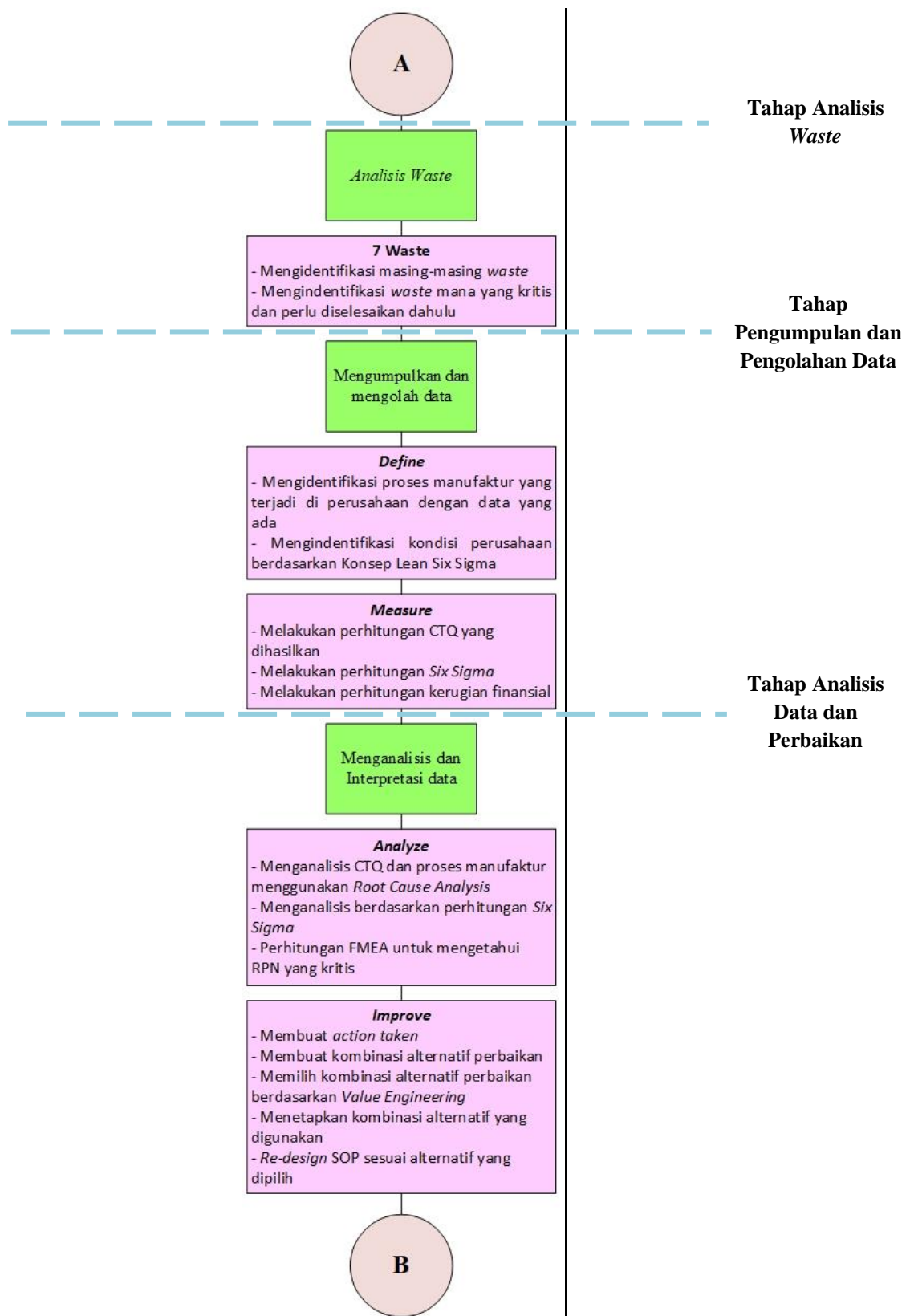
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang terdiri dari *flowchart* dan penjelasan *flowchart*. Pada metodologi penelitian, terdapat enam tahap yaitu tahap persiapan, tahap merumuskan masalah, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisis dan interpretasi data, tahap pengendalian dan *monitoring*, serta tahap simpulan dan saran. Berikut merupakan metodologi penelitian yang digunakan pada laporan ini.

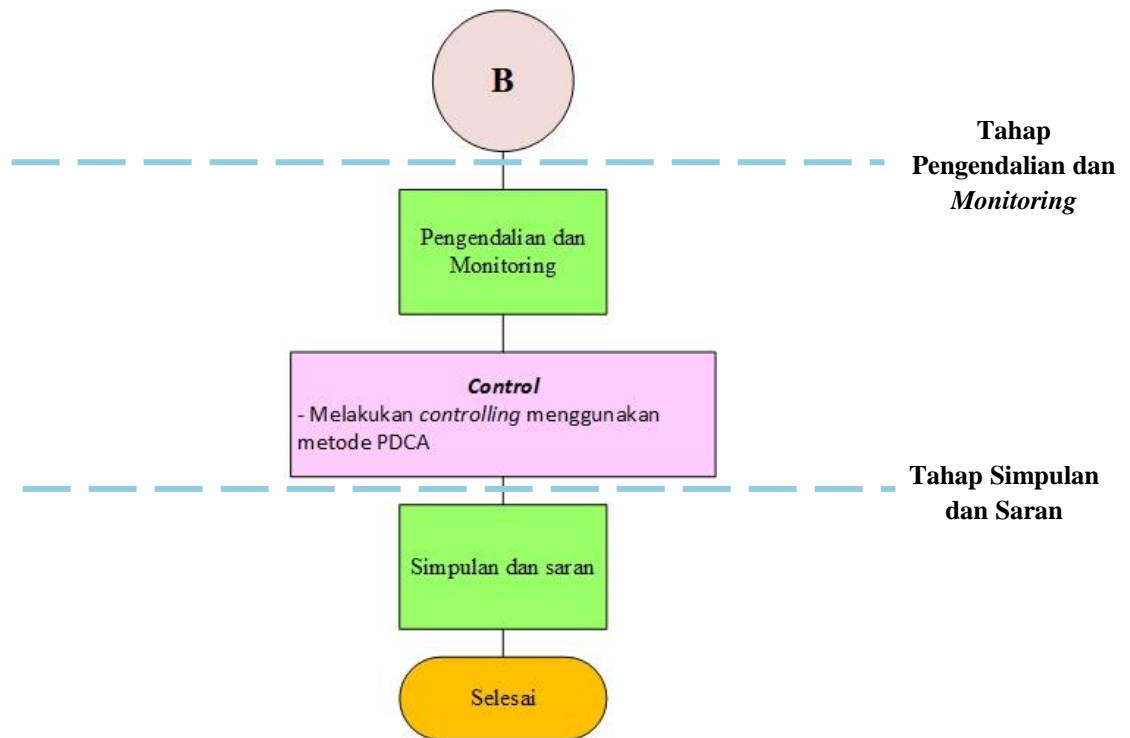
3.1 Flowchart



Gambar 3. 1 Flow Chart Penelitian



Gambar 3. 2 *Flow Chart* Penelitian (lanjutan)



Gambar 3. 3 *Flow Chart* Penelitian (lanjutan)

3.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal dari suatu penelitian, dimana meliputi mencari objek amatan, mencari topik permasalahan, mengidentifikasi permasalahan, serta studi literatur dan lapangan yang akan dilakukan. Berikut merupakan penjelasan dari subbab tersebut.

3.2.1 Mengidentifikasi permasalahan

Hal pertama yang perlu dilakukan sebelum penelitian adalah mengidentifikasi permasalahan yang sedang terjadi. Dalam mengidentifikasi permasalahan ini, diperlukan *briefing* dan *brainstrom* terlebih dahulu oleh mentor untuk mengetahui permasalahan secara spesifik. Untuk mengetahui permasalahan tersebut, dalam penelitian ini menggunakan *Key Peformance Indicator* Produksi yang telah diterapkan oleh PT. HANIL JAYA STEEL. KPI Produksi yang digunakan adalah dalam rentan bulan Januari hingga Juli 2018, dimana telah merepresentasikan data produksi secara keseluruhan.

3.2.2 Studi Literatur dan studi lapangan

Langkah selanjutnya adalah menentukan studi lapangan dan studi literatur yang digunakan dalam penelitian berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi. Dalam hal ini berikut adalah studi literatur dan studi lapangan yang digunakan :

a. Studi literatur

Studi literatur adalah kajian pustaka dalam bentuk literatur yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian berlangsung. Dalam penelitian ini, studi literatur yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Konsep *Lean*

Merupakan suatu *tools* yang digunakan untuk mengeliminasi *waste* dari suatu proses produksi. Terdapat 4 jenis *lean* yaitu *lean concept*, *lean culture*, *lean tools*, *lean planning*. Namun dalam tugas akhir ini akan digunakan *lean concept* sebagai acuan, karena didalamnya terdapat penjabaran 7 *waste*.

- Konsep *Six Sigma*

Merupakan suatu pengukuran yang digunakan untuk melakukan perbaikan kualitas. *Six Sigma* pada penelitian ini diterapkan di proses produksi yang dilakukan. Perhitungan dilakukan menggunakan kalkulator *sigma*, agar nilai yang dihasilkan bersifat valid. *Output* yang diharapkan dari *Six Sigma* adalah dapat menghitung *defect* yang dihasilkan, serta menentukan perbaikan yang dilakukan, dimana mempengaruhi biaya perbaikan yang akan diterapkan.

- Konsep *Lean Six Sigma*

Merupakan suatu konsep integrasi antara *Lean* dan *Six Sigma*, dimana konsep ini akan mengeliminasi *waste* paling kritis dan meningkatkan kualitas dari suatu produk tersebut.

- Konsep *Root Cause*

Merupakan suatu metode dimana bertujuan untuk mengetahui akar permasalahan dari suatu masalah yang sedang terjadi. Dalam hal ini, konsep *Root Cause* menggunakan *tools* RCA (*Root Cause Analysis*) yang dimana menggunakan 5Why's dalam menemukan akar permasalahan tersebut.

- Konsep *Failure Measurement*

Merupakan suatu metode dimana bertujuan untuk mengetahui nilai risiko yang dihasilkan saat menghasilkan *defect product*. *Failure Measurement* ini menggunakan *tools* FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*), dimana sistem pengukuran adalah berdasarkan indikator tingkat kerusakan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurence*), dan tingkat deteksi kerusakan yang dihasilkan (*detection*). Dari ketiga hal tersebut akan ditemukan *Risk Priority Number* yang dijadikan sebagai patokan dalam menyelesaikan masalah.

- Konsep *Value Engineering*

Merupakan konsep menganalisis dan membuat *improvement* berdasarkan hasil FMEA dengan nilai RPN tertinggi. Disana akan diberikan sejumlah alternatif yang nantinya akan dianalisis lebih lanjut untuk menemukan alternatif terbaik.

b. Studi lapangan

Studi lapangan adalah kajian pustaka dalam bentuk pengamatan secara langsung pada objek amatan yang telah dipilih. Berdasarkan penelitian yang akan dilakukan, maka studi lapangan tersebut meliputi :

- *Brainstrom* dengan mentor di perusahaan tersebut

Tujuan dari adanya *brainstrom* adalah untuk mendapatkan gambaran secara terperinci bagaimana permasalahan yang sedang terjadi di dalam perusahaan tersebut. Dalam penelitian ini, *brainstrom* dilakukan berdasarkan KPI produksi yang telah ditetapkan.

- *Survey* berupa pengisian kuisioner

Tujuan dari adanya *survey* adalah untuk mengetahui kondisi *real* lapangan proses produksi yang dilakukan. *Survey* tersebut dilakukan dengan pengisian kuisioner terhadap operator yang ahli di bidangnya, dengan tujuan agar hasil yang didapat tidak bersifat bias dan valid.

3.3 Tahap Merumuskan Masalah

Merupakan tahap setelah tahap persiapan, dimana dalam merumuskan masalah perlu memperhatikan hal sebagai berikut :

- a. Bersifat orisinal
- b. Dapat bermanfaat untuk penelitian dan pihak yang dijadikan sebagai pihak penelitian
- c. Dirumuskan dalam bentuk kalimat pernyataan
- d. Harus jelas, padat, dan mudah dipahami bagi pembaca
- e. Merupakan dasar dalam menetapkan hipotesis penelitian

3.4 Tahap Analisis *Waste*

Merupakan tahapan yang dilakukan untuk menganalisis 7 *waste* yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung, serta mengetahui *waste* manakah yang bersifat krisis dan perlu diselesaikan terlebih dahulu. Subbab ini terdiri dari identifikasi *waste* berdasarkan kondisi lapangan di PT. Hanil Jaya Steel dan penentuan *waste* kritis yang harus diselesaikan terlebih dahulu.

3.5 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Merupakan tahap setelah merumuskan masalah pada suatu penelitian yang meliputi fase *define* dan *measure*. Berikut adalah penjelasan dari kedua subbab tersebut.

3.5.1 *Define*

Merupakan tahap dimana melakukan pendefinisian berupa pengumpulan data pada suatu penelitian. Berdasarkan *flowchart*, terdapat dua kegiatan yang perlu dilakukan, yaitu mengidentifikasi proses manufaktur di PT. Hanil Jaya Steel dan mengidentifikasi kondisi perusahaan berdasarkan KPI Produksi. Berikut adalah detail dari kegiatan tersebut :

- a. Mengidentifikasi proses manufaktur di PT. Hanil Jaya Steel

Dalam mengidentifikasi proses manufaktur, diperlukan identifikasi secara langsung dengan pengamatan dan bertanya kepada operator maupun mentor setempat. Data yang diperlukan adalah data primer. Data primer merupakan data yang dikumpulkan melalui objek amatan secara langsung. Dalam penelitian ini, data primer didapatkan dari *brainstrom* dengan mentor perusahaan, wawancara dan mengisi kuisioner kepada operator yang ahli dibidangnya.

b. Mengidentifikasi kondisi perusahaan berdasarkan konsep *Lean Six Sigma*

Dalam mengidentifikasi kondisi perusahaan menggunakan konsep *lean six sigma*, diperlukan data-data yang berhubungan dengan hasil produksi dan *waste* berupa *defect* yang dihasilkan. Hal ini untuk mengetahui proses manakah yang perlu dilakukan *improvement quality*, agar mendapatkan hasil yang lebih baik.

3.5.2 *Measure*

Merupakan tahap dimana melakukan pengukuran berdasarkan pengolahan data dan hasil pengumpulan data pada suatu penelitian. Pengolahan data tersebut menggunakan *Quality Tools* berupa *Pareto Chart*, *P Chart* untuk mengetahui *Critical To Quality* dari suatu proses produksi, metode *Six Sigma*, serta menghi/tung kerugian finansial yang dihasilkan akibat *waste* dari produk tersebut.

a. *Quality Tools*

Quality Tools merupakan pengukuran kualitas menggunakan *tools* yang bersifat statistik. Dalam mengolah dan mengukur data pada penelitian ini, diperlukan *Pareto Chart* dan *P Chart* untuk mengetahui titik kritis yang perlu diperbaiki dahulu. Dalam penelitian ini, titik kritis diketahui berdasarkan penghasil *waste* terbanyak.

b. Metode *Six Sigma*

Metode ini digunakan untuk mengukur berapa banyak suatu produk mengalami *reject* akibat *waste* berupa *defect*. Hal ini mempengaruhi tingkat kualitas produk yang dihasilkan, dan mempengaruhi aspek lainnya seperti waktu, kapabilitas, hingga produktivitas dalam suatu proses.

c. Perhitungan kerugian finansial

Tujuan dari menghitung kerugian finansial adalah untuk mengetahui dampak keuangan yang dihasilkan jika terjadi *defect*. Selain itu, tujuan dari menghitung kerugian finansial adalah untuk mengetahui harga satuan proses yang nantinya akan dijadikan sebagai patokan dalam melakukan *improvement*, agar mendapatkan harga yang lebih efisien dan hasil yang didapat lebih baik dibanding sebelumnya.

3.6 Tahap Analisis Data dan Perbaikan

Setelah mengumpulkan dan mengolah data, maka tahap berikutnya adalah menganalisis dan menginterpretasi data, kemudian dilanjutkan dengan perbaikan yang dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Berikut adalah penjelasan dari fase *analyze* dan *improve* yang dilakukan :

3.6.1 *Analyze*

Merupakan suatu tahap dimana melakukan analisis dan interpretasi data berdasarkan hasil dari pengolahan data. Pertama dilakukan interpretasi data terlebih dahulu dengan cara menjelaskan hasil pengolahan data tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis data berdasarkan hasil interpretasi data yang dilakukan. Metode analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1) Analisis berdasarkan hasil *Six Sigma*

Merupakan analisis berdasarkan hasil *six sigma* yang dimana akan menjabarkan kondisi perusahaan tersebut apabila telah ditemukan hasil *six sigma* tersebut.

2) *Root Cause Analysis*

Kegunaan dari RCA adalah untuk mengetahui akar permasalahan dari suatu masalah. Dalam hal ini, RCA akan menganalisis akar permasalahan dari *Critical To Quality* dari suatu *defect* untuk mengetahui *defect* manakah yang harus diselesaikan terlebih dahulu. Selain itu, kegunaan RCA lainnya adalah untuk menganalisis penyebab proses manufaktur yang terjadi yang dapat menghasilkan *critical to quality defect* pada produk.

3) *Failure Mode Effect Analysis*

Kegunaan dari FMEA adalah untuk mengetahui nilai risiko yang dihasilkan berdasarkan akar permasalahan yang telah ditentukan. Disini akan diketahui akar permasalahan manakah yang memiliki RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi, yang selanjutnya akan dijadikan sebagai permasalahan krisis yang perlu diperbaiki.

3.6.2 *Improve*

Merupakan suatu tahap dimana melakukan perbaikan suatu proses dari penelitian yang telah dilakukan, berdasarkan analisis dan interpretasi data. Perbaikan ini dilakukan berdasarkan tahapan sebagai berikut :

1) Pembuatan alternatif perbaikan berdasarkan hasil RPN tertinggi

Setelah ditemukan akar permasalahan dengan hasil RPN tertinggi, maka langkah selanjutnya adalah membuat alternatif perbaikan dengan menentukan *Action* yang perlu dilakukan. *Action* yang telah dibuat akan dilakukan interseksi hingga ditemukan kombinasi alternatif yang akan diterapkan.

2) Melakukan kombinasi alternatif perbaikan menggunakan *Value Engineering*

Selanjutnya adalah membuat pilihan kombinasi alternatif yang telah ditentukan. Untuk mengetahui apakah kombinasi alternatif tersebut baik atau tidak, maka diterapkan metode *Value Engineering* untuk mengukur peformansi alternatif terbaik.

3) Menetapkan alternatif perbaikan

Setelah dilakukan pemilihan berdasarkan *Value Engineering*, maka selanjutnya adalah menetapkan alternatif perbaikan dari nilai VE tertinggi. Hal ini sudah termasuk biaya yang akan dikeluarkan.

4) *Re-design* Operation Procedure

Langkah terakhir adalah *re-design* Operation Procedure. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan terhadap alternatif perbaikan yang telah dipilih. *Re-design* Operation Procedure dapat dikatakan baik apabila telah menghasilkan nilai *six sigma* dan FMEA yang lebih baik dibanding sebelumnya.

3.7 Tahap Pengendalian dan *Monitoring*

Tahap berikutnya adalah tahap pengendalian dan *monitoring*. Dalam tahapan ini terdapat tahapan untuk melakukan pengawasan dan menindak lanjuti hasil dari implementasi yang telah dilakukan. Berikut merupakan penjelasan dari fase *control* .

3.7.1 *Control*

Pada fase *control*, akan diterapkan sistem PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), dimana penerapan ini sudah sesuai dengan *re-design* Operation Procedure yang telah dibuat. Berikut merupakan penjelasan dari PDCA terhadap hasil *improvement* yang telah ditetapkan :

a. *Plan*

Merupakan suatu perencanaan untuk mengimplementasikan alternatif perbaikan yang telah dipilih. *Output* yang dihasilkan meliputi penjadwalan, jumlah karyawan, dan sebagainya.

b. *Do*

Langkah selanjutnya adalah “*do*” atau melakukan. Disini akan mengimplementasikan hasil alternatif perbaikan yang telah dipilih. *Output* yang dihasilkan adalah berupa *checksheet* kegiatan sebagai pemantau proses tersebut

c. *Check*

Berikutnya adalah “*check*” atau pengawasan. Disini akan dilakukan pengawasan sekaligus evaluasi hasil implementasi tersebut. *Output* yang dihasilkan adalah data-data dari *checksheet* tersebut.

d. *Action*

Langkah terakhir adalah “*action*” atau tindak lanjut. Disini akan dilakukan diskusi bersama, kemudian melakukan penyelesaian permasalahan yang terjadi. *Output* yang dihasilkan adalah *backup plan* untuk mengimplementasi alternatif perbaikan tersebut.

3.8 Tahap Simpulan dan Saran

Tahap terakhir adalah simpulan dan saran, dimana simpulan yang diberikan berdasarkan data yang telah dikumpulkan, diolah, serta dianalisis. Sedangkan saran yang diberikan berupa rekomendasi untuk perusahaan tersebut agar dapat meminimalisir permasalahan yang terjadi, khususnya *defect*.

BAB 4

ANALISIS WASTE

Pada bab 4 ini akan dijelaskan mengenai analisis *waste* yang meliputi identifikasi 7 *waste*, data-data terkait 7 *waste*, hingga *waste* kritis yang perlu diselesaikan dahulu.

4.1 Identifikasi 7 *waste* dengan data proses produksi yang ada

Berdasarkan *lean manufacturing* yang diterapkan oleh Toyota, terdapat 7 *waste* yang perlu diidentifikasi. Berikut adalah 7 *waste* yang terdapat di PT. Hanil Jaya Steel dengan data yang terkait berdasarkan observasi lapangan, *Value Stream Mapping*, dan wawancara dengan operator.

4.1.1 *Defect*

Merupakan *waste* berupa produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses produksi. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel, ternyata terdapat beberapa *waste defect* yang dihasilkan. Jenis *defect* tersebut adalah berupa garis (*lining*), kempong (*underfill*), nguping (*overfill*), mluntir (*twisting*), serta *defect* yang bersifat kombinasi. Total *defect* yang dihasilkan selama 1 tahun adalah 191 ton.

Selain itu, ditinjau dari *loss product opportunity*, jenis *waste* ini dapat menghasilkan 23.504 ton *loss product opportunity*, dengan perhitungan sebagai berikut :

a. Dilihat dari segi *defect*

Jika dilihat dari *defect* yang dihasilkan, maka perhitungan *lost product opportunity* adalah dengan mengalikan waktu proses produksi 1 *billet* hingga produk jadi.

- **Menghitung *loss time opportunity***

Jumlah *defect* = 191 ton / tahun

Waktu proses produksi = 4 menit

Lost time opportunity = $191 \times 4 = 764 \text{ menit} = 12,73 \text{ jam}$

- **Menghitung *loss product opportunity***

1 jam dapat memproduksi 35 ton, sehingga :

$$12,73 \times 35 = 445,7 \text{ ton}$$

b. Dilihat dari segi *trouble* dan *delay time*

- **Menghitung *loss time opportunity***

$$\text{Total Trouble Time} = 21.258 \text{ menit / tahun}$$

$$\text{Total Delay Time} = 18.270 \text{ menit / tahun}$$

$$\text{Total keseluruhan} = 39.528 \text{ menit / tahun}$$

$$\text{Loss time opportunity} = 658,8 \text{ jam}$$

- **Menghitung *loss product opportunity***

1 jam dapat memproduksi 35 ton, sehingga :

$$658,8 \times 35 = 23.058 \text{ ton}$$

$$\text{Total loss product opportunity} = 445,7 + 23.058 = 23.503,7 = 23.504 \text{ ton}$$

Hal ini dapat disimpulkan bahwa *waste defect* dapat menghilangkan produk yang berpeluang menjadi profit perusahaan sekitar 23 ribu ton.

4.1.2 *Over Production*

Merupakan *waste* berupa memproduksi secara berlebihan. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel, ternyata terdapat 100 ton (terhitung pada tanggal 31 Desember 2018) produk yang tidak dijual dan diletakkan di *warehouse steel making area*. 100 ton ini tidak dapat dijual ke tempat lain karena permintaan konsumen yang sudah terpenuhi, sehingga produk yang tidak dijual ini akan dijadikan bahan baku untuk daur ulang pembuatan *billet*. Sisa produk ini tidak lama tersimpan di gudang karena di area *making steel* dapat mengolah produk produk tersebut dengan cepat dan baik.

4.1.3 *Waiting*

Merupakan *waste* berupa menunggu proses selanjutnya. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel, ternyata *waste* ini terjadi di pergantian *shift*, namun masih dapat diatasi dengan cepat, sehingga tidak menghambat proses lainnya.

Waste ini dapat menghasilkan *waiting time* sebesar 810 menit per tahun, dimana perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ tahun} = 270 \text{ hari proses produksi}$$

$$\text{Pergantian shift} = 1 \text{ menit}$$

1 hari = 3 *shift*

Total waktu yang dibutuhkan = $270 \times 1 \times 3 = 810$ menit

Jika dikonversikan kedalam *loss product opportunity*, *waste* ini menghasilkan 472,5 ton selama setahun, dimana perhitungannya adalah sebagai berikut :

Dalam 1 jam dapat menghasilkan 35 ton.

810 menit = 13,5 jam

Loss product opportunity = $13,5 \times 35 = 472,5$ ton

4.1.4 *Transportation*

Merupakan *waste* berupa transportasi secara berlebih. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel, transportasi yang digunakan sudah membantu operator dalam mengerjakan proses produksi, namun disini permasalahan dari transportasi adalah rute yang dilewati, apakah bersifat efisien atau tidak. Ditinjau dari waktu yang digunakan, transportasi ini pernah mengalami pemborosan rute selama 5 menit dalam 1 *shift*, dan jika ditotal, maka waktu yang dihasilkan adalah 4050 menit per tahun. *Delay time* ini terjadi karena memastikan agar operator tersebut tidak mengalami kecelakaan lalu lintas saat bekerja. Untuk mengetahui *lost product opportunity* yang dihasilkan, berikut adalah perhitungannya : (Data waktu transportasi yang digunakan adalah berdasarkan hasil *brainstrom* dengan mentor).

Waktu transportasi dalam 1 *shift* = 5 menit

Waktu transportasi dalam 3 *shift* = 5 menit x 3 = **15 menit**

Jumlah waktu proses produksi dalam setahun = 270 hari

TOTAL waktu transportasi dalam setahun = $15 \times 270 = \mathbf{4050 \text{ menit}}$

Lost time opportunity : 4050 menit = 67,5 jam

Dalam 1 jam dapat menghasilkan 35 ton

Lost product opportunity : $67,5 \times 35 = 2362,5$ ton

Jika dikonversikan kedalam *loss product opportunity*, *waste* ini dapat menghasilkan 2362,5 ton dalam setahun.

4.1.5 *Invetory*

Merupakan *waste* berupa stok barang sisa hasil produksi atau *raw material* yang belum digunakan. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT.

Hanil Jaya Steel, *inventory* disana lebih teridentifikasi pada *raw material*. Hingga tanggal 31 Desember 2018, total *inventory raw material* sebesar 100 ton. Hal ini dikarenakan *Roll Mill 3* telah merencanakan proses produksi pada tanggal 2 Januari 2019, dimana proses produksi tersebut akan dijalankan selama 1 bulan dan dalam jumlah yang besar. Selama menunggu proses produksi berjalan, maka *inventory* ini disimpan selama 2 hari, sehingga hal ini tentu menyebabkan *loss time opportunity* yang nantinya dikonversikan kedalam *loss product opportunity*. Berikut adalah perhitungan *lost product opportunity* :

Waktu penyimpanan = 2 hari = 48 jam

1 jam dapat menghasilkan 35 ton

Loss Product Opportunity = 48 x 35 = 1680 ton

Sehingga dapat disimpulkan bahwa *lost product opportunity* untuk jenis *waste* ini adalah 1680 ton.

4.1.6 Motion

Merupakan *waste* berupa gerakan secara berlebih. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel, *waste* ini dapat menghasilkan *non value added* sebesar 500 menit per tahun, dimana perhitungan tersebut didapat berdasarkan berapa lama operator tersebut dapat menjalankan prosedur yang dilakukan. Sejauh ini operator untuk *shift* pagi dan sore dapat melakukan prosedur kerja dengan baik, namun untuk *shift* malam, terkadang masih melakukan *motion* berlebih seperti pengecekan sekilas secara terus menerus, *packaging* yang terkadang kurang rapat, dan sebagainya. Untuk lebih detailnya, berikut adalah waktu *non value added* yang dihasilkan (untuk *shift* pagi berdasarkan observasi secara langsung, untuk *shift* malam berdasarkan hasil *brainstrom* dengan mentor).

- Waktu *Non Value Added* untuk *shift* pagi selama 1 tahun = 100 menit
- Waktu *Non Value Added* untuk *shift* sore selama 1 tahun = 150 menit
- Waktu *Non Value Added* untuk *shift* malam selama 1 tahun = 250 menit

TOTAL waktu *Non Value Added* : 500 menit

Jika dikonversikan kedalam *loss product opportunity*, *waste* ini menghasilkan 292 ton selama setahun. Berikut adalah perhitungannya :

Loss time opportunity = 500 menit = 8,3 jam

Dalam 1 jam dapat menghasilkan 35 ton

Loss product opportunity = 291,6 ton = 292 ton

4.1.7 Over Processing

Merupakan *waste* berupa proses produksi secara berlebih. Dari hasil pengamatan secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel, diketahui bahwa *over processing* tidak terjadi selama proses berlangsung. Hal ini dikarenakan beberapa tinjauan sebagai berikut :

- Mesin yang digunakan masih bersifat baik dan belum diganti
- Teknologi yang digunakan belum terlalu canggih. Hal ini dapat dibuktikan dengan sistem semi otomasi yang digunakan

Sehingga dapat disimpulkan bahwa *waste* ini tidak terdapat *loss product opportunity* yang dihasilkan.

4.2 Menentukan *waste* paling kritis dengan kerugian finansial yang dihasilkan

Berdasarkan penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa tiap-tiap *waste* dapat menghasilkan *loss product opportunity*. Dalam rekapitulasi, berikut adalah *loss product opportunity* dan biaya kerugian yang dihasilkan.

(Biaya kerugian dalam satu ton adalah Rp. 8.652.000,00)

Tabel 4. 1 Hasil *loss product opportunity* dan kerugian finansial yang dihasilkan

Jenis Waste	<i>Loss Time Opportunity</i> (jam)	<i>Los Product Opportunity</i> (ton)	Kerugian Finansial
<i>Over processing</i>	-	-	Rp -
<i>Inventory</i>	48	1680	Rp 14.535.360.000
<i>Transportation</i>	67,5	2362,5	Rp 20.440.350.000
<i>Defect</i>	671,53	23504	Rp 203.353.724.000,00
<i>Waiting</i>	13,5	472,5	Rp 4.088.070.000
<i>Motion</i>	8,33	292	Rp 2.523.500.000
<i>Over production</i>	-	100	Rp 865.200.000

Dari tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa *waste* yang dominan menghasilkan *lost product opportunity* dan kerugian finansial tertinggi adalah *defect*. Sehingga *waste* ini bersifat kritis dan perlu diselesaikan terlebih dahulu. Sehingga untuk menyelesaikan permasalahan *defect* tersebut, perlu digunakan

metode *six sigma* dengan fase DMAIC agar dapat meminimalisir kerugian finansial yang dihasilkan.

BAB 5

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab 5 ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data berdasarkan data historis dan data pengamatan yang telah dilakukan. Terdapat dua subbab, yaitu *define* dan *measure*, dan terdapat subbab kembali didalamnya. Berikut adalah pemaparan dari bab 5.

5.1 *Define*

Merupakan tahapan awal dalam kualitas (dalam hal ini *Six Sigma*) untuk mengidentifikasi proses produksi yang terjadi dan hasil dari proses tersebut. Di dalam *define* terdapat penggambaran proses produksi dan pengumpulan data berupa jumlah ukuran *billet* yang dihasilkan, penggunaan gas dan listrik, frekuensi *missroll* dan *trouble machine*, jumlah produksi, serta identifikasi jenis *defect* yang dihasilkan. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut.

5.1.1 Penggambaran Proses Produksi

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, terdapat data penggambaran proses berupa penjelasan masing-masing kegiatan beserta pemetaan proses menggunakan VSM (*Value Stream Mapping*). Berikut adalah penggambaran proses produksi yang diterapkan.

1. *Re-Heating Furnace*

Re-Heating Furnace (RHF) merupakan proses yang pertama kali dilakukan ketika *billet* telah sampai di *Roll Mill* 3. Dalam 1 jam, RHF mampu memanaskan *billet* hingga 35 ton sesuai dengan suhu dan tekanan yang telah diatur.



Gambar 5. 1 Penampunga Gas di *Re-Heating Furnace*
 Sumber : Dokumentasi secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel



Gambar 5. 2 Cerobong yang digunakan untuk mengalirkan udara dan gas di *Re-Heating Furnace*
 Sumber : Dokumentasi secara langsung di PT. Hanil Jaya Steel

Proses yang terjadi di RHF adalah dengan memasukkan *billet* ke dalam pemanas. Cara memasukkan pun tentunya memiliki teknik dan patokan agar kondisi *billet* tersebut matang saat dipanaskan. Pertama-tama, setelah *billet* tersebut dimasukkan kedalam pemanas, *billet* tersebut melewati tungku pembakar dan melakukan pemasakan. Seluruh proses yang ada disana berfungsi, seperti refukator, cerobong, dan *waste treatment*. Cerobong berfungsi sebagai pengalir gas udara hasil pembakaran, refukator berguna sebagai pemberi suhu dingin agar suhu di area *billet* bersifat stabil, sedangkan *waste treatment* berguna untuk mengalirkan air untuk menstabilkan pemanasan *billet* dan dialirkan kembali ke area pemasakan.

Selama proses di RHF berlangsung, terdapat aktivitas yang mendukung proses tersebut selama berlangsung. Aktivitas tersebut telah dicantumkan seperti pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Klasifikasi aktivitas pada proses *Re Heating Furnace*

No	Aktivitas Proses <i>Re-Heating Furnace</i>	VA	NNVA	NVA
1	Mengatur dan monitoring masuknya <i>billet</i> dari <i>bed</i> ke RHF	v		
2	Monitoring tekanan dan temperatur pada RHF		v	
3	Monitoring jalannya RHF		v	
4	Membuat laporan proses RHF setiap per jam	V		

Berdasarkan tabel 5.1, dapat disimpulkan bahwa dari 4 kegiatan tersebut, terdapat 50% kegiatan yang bersifat *Value Added*, dan 50% bersifat *Necessary Non Value Added*. Untuk penjelasan lebih lanjut, berikut adalah penjabaran mengenai aktivitas yang terjadi di RHF :

- **Mengatur dan monitoring masuknya *billet* dari *bed* ke RHF**

Walaupun *billet* tersebut telah didorong di area *main pusher*, namun operator tetap berperan sebagai pengatur tata letak menggunakan forklift dan memonitoring apakah *billet* tersebut sudah berada di tempatnya dan mulai berproses sesuai alurnya. Dari tabel tersebut dapat dikategorikan sebagai *Value Added Activity* karena pengaturan dan monitoring yang baik dapat menghasilkan posisi *billet* yang baik untuk dimasak dan menentukan tingkat kematangan dari *billet* tersebut. Jika kematangan tersebut tepat, maka proses produksi berjalan lancar dan bisa menghasilkan banyak baja beton. Hal ini mempengaruhi waktu produksi, karena semakin cepat waktu yang dihasilkan, maka konsumen merasa puas dan memesan kembali produk tersebut.

- **Monitoring tekanan dan temperatur pada RHF**

Untuk memastikan agar *billet* tersebut matang di pemasakan, maka diperlukan ukuran tekanan dan temperatur yang tepat. Monitoring tersebut terdapat di area pulpit 1, dimana telah diatur secara otomatis antara temperatur, tekanan, serta penggunaan gas yang dibutuhkan. Metode monitoring yang dilakukan adalah mengamati di layar komputer bagaimana kondisi *billet* tersebut dengan temperatur dan tekanan yang telah diatur. Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Necessary Non Value Added Activity* karena walaupun sudah terdapat alat otomatis untuk meninjau temperatur, tekanan, dan penggunaan gas, namun

operator perlu meninjau kembali untuk kestabilan proses tinjauan dari komputer tersebut sekaligus mengetahui permasalahan yang terjadi pada pengaturan temperatur dan tekanan.

- **Monitoring jalannya RHF**

Walaupun sistem di RHF adalah semi otomasi, namun perlu tetap adanya pengawasan. Metode pengawasan dapat dilihat di layar komputer, sedangkan operator bertugas untuk mengawasi secara berkala bagaimana posisi dan kondisi *billet* tersebut. Sehingga kegiatan ini dinamakan *Necessary Non Value Added*.

- **Membuat laporan proses RHF setiap per jam**

Setelah melakukan monitoring, selanjutnya adalah operator membuat laporan berbasis online. Setiap jam operator melakukan *input* data berupa angka temperatur, tekanan, jumlah *billet* yang telah dipanaskan, serta penggunaan gas yang dilakukan. Kegiatan ini dinamakan *Value Added*, karena dengan laporan tersebut, dapat diketahui bagaimana proses produksi yang terjadi dan apakah hasil dari RHF tersebut sesuai dengan kebutuhan dan permintaan konsumen.

2. Mill Line

Merupakan tahapan kedua setelah RHF, dimana terdapat 22 *stand* yaitu *stand* 1H, *stand* 2H, *stand* 1 hingga 19. Khusus untuk *stand* 1H dan 2H dilakukan apabila ukuran *billet* adalah 150 x 150 mm. Sedangkan penggunaan *stand* 1 hingga *stand* 19 dilakukan berdasarkan ukuran *billet* yang ditetapkan.



Gambar 5. 3 *Stand* ketika beroperasi
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

Terdapat 3 sub tahapan pada *mill line*, yaitu *roughing*, *intermediate*, dan *finishing*. *Roughing* adalah tahapan dimana *billet* melakukan *rolling* dengan ukuran *billet* yang besar, namun kecepatan yang digunakan lebih rendah dibanding tahapan lainnya. *Intermediate* merupakan tahapan dimana *billet* melakukan *rolling* dengan ukuran sedang namun kecepatan yang digunakan lebih tinggi dibanding *roughing*, namun lebih rendah dibanding *finishing*. Sedangkan *finishing* merupakan tahapan akhir dimana melakukan *rolling* dengan ukuran paling kecil dibanding *roughing* dan *intermediate*, namun kecepatan yang dimiliki lebih cepat dibanding tahapan lainnya.

Di dalam *mill line*, terdapat berjejeran *roll mill*, atau istilah bahasa operator adalah *stand* dan *shear* (pemotong). Berikut adalah bagian-bagian pada *stand*, beserta penjelasan dari *shear*.

a. *Stand*

Stand merupakan mesin yang digunakan untuk proses *rolling* pada *billet*. Di dalam *stand*, terdapat komponen-komponen sebagai berikut :

- *Bearing*

Merupakan alat yang berguna sebagaiudukan *roll* dan mengurangi gesekan antara *roll neck* dengan *chocks* agar tidak mengalami aus.



Gambar 5. 4 *Bearing* yang telah terpasang
Sumber : Dokumentasi dari PT. Hanil Jaya Steel

- *Caliber*

Merupakan alat yang berguna untuk membentuk *billet* menjadi lebih panjang akibat sistem elongasi. Terdapat tiga tipe bentuk kaliber yaitu bulat (*round*), oval, dan persegi (*square*).



Gambar 5. 5 *Caliber* dalam masa *maintenance* di Rollshop
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

- *Roll*

Merupakan alat yang berguna untuk membentuk *billet* sesuai dengan ukuran yang ditetapkan. Terdapat sub komponen pada *roll* yaitu *roll guide* dan *roll entry*. Kegunaan dari *roll guide* adalah untuk memproses dan mengeluarkan *billet* dari *stand* untuk diproses ke *stand* selanjutnya. Sedangkan kegunaan dari *roll entry* adalah untuk memasukkan *billet* yang telah diproses di *stand* sebelumnya dan melakukan proses *rolling* di *stand* tersebut.



Gambar 5. 6 *Roll* sebelum diamplas
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

- *Chock*

Merupakan alat yang memiliki fungsi mirip dengan *bearing*, yaitu sebagai dudukan

- *Gomma (Looper)*

Merupakan alat yang khusus berada di area *roughing*, berguna sebagai pengatur *loop* pada *billet*, agar tingkat kekerasannya sesuai dengan SNI.



Gambar 5. 7 *Looper* yang biasa digunakan untuk *stand 3*
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

- *Gap Mill*

Merupakan alat yang berguna untuk mengatur jarak antara *roll* satu dengan *roll* lainnya di dalam satu *stand*.

- *Gearbox*

Merupakan alat yang berguna untuk menggerakkan mesin *roll*.

b. *Shear*

Di dalam *shear*, terdapat sub komponen yang berperan dalam menggerakkan fungsi *shear*, yaitu *cutter* dan klep. *Cutter* berguna untuk memotong bagian kepala atau ekor dari *billet* akibat penurunan suhu, sedangkan klep berguna untuk membuka atau menutup saat *billet* melakukan pemotongan.

Berdasarkan penjelasan diatas, untuk memastikan bahwa fungsi alat tersebut dapat digunakan, berikut adalah kegiatan-kegiatan yang terjadi selama proses di *mill line* berlangsung sesuai dengan tabel 5.2 .

Tabel 5. 2 Klasifikasi aktivitas pada proses *Mill Line*

No	Aktivitas Proses <i>Mill Line</i> (19 <i>Stand</i>)	VA	NNVA	NVA
1	Mengatur <i>Section</i> kaliber	v		
2	Mengatur <i>tension</i>	v		

Tabel 5. 3 (lanjutan) Klasifikasi aktivitas pada proses *Mill Line*

No	Aktivitas Proses <i>Mill Line</i> (19 <i>Stand</i>)	VA	NNVA	NVA
3	Mengawasi <i>twist</i> material di masing-masing <i>stand</i>			v
4	Melakukan pergantian kaliber yang <i>aus</i>	V		
5	Mengawasi <i>section</i> kaliber dengan cara penusukan pada kayu (material yang kecil dan <i>speed</i> tinggi)		v	
6	Mengawasi <i>section</i> kaliber dengan cara penggunaan jangka sorong (material yang besar dan <i>speed</i> lambat)			v
7	Pengawasan proses produksi keseluruhan			v
8	Mengatur kecepatan dan kebutuhan arus listrik (ampere) pada proses produksi	v		

Dari tabel 5.2, diketahui bahwa presentase kegiatan yang bersifat *Value Added* adalah 50%, *Necessary Non Value Added* adalah 12,5%, dan *Non Value Added* adalah 3,75%. Untuk penjelasan lebih lanjut, berikut adalah penjabaran mengenai aktivitas yang terjadi pada proses *mill line* :

- **Mengatur *Section* kaliber**

Tujuan dari pengaturan *section* kaliber adalah agar gap yang dihasilkan tidak terlalu lebar dan renggang. Kegiatan ini dikategorikan sebagai *value added activity* karena tidak adanya proses *setting section*, mengakibatkan proses di *stand* menjadi terhambat dan *billet* akan sering mengalami *trouble* dan *reject* produk akibat ketidaksesuaian ukuran *billet* pada kaliber yang dituju.

- **Mengatur *tension***

Tujuan dari adanya *tension* adalah agar *billet* tersebut tidak mudah mengalami *looping*. Jika material tersebut mengalami *looping*, maka terjadi *defect* berupa garis karena *looping* dapat menghasilkan retakan. Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Value Added Activity*.

- **Mengawasi *Twist* material di masing-masing *stand***

Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Non Value Added Activity* karena tanpa kegiatan pengawasan pun, hal ini sudah dipantau melalui komputer di pulpit

2.

- **Melakukan pergantian kaliber yang aus**

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan pada kaliber akibat digunakan secara terus menerus. Kaliber yang aus juga mempengaruhi proses produksi, yaitu adanya perenggangan. Semakin renggang kalibernya, maka semakin banyak produk *reject* yang dihasilkan, karena ukuran yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar. Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Value Added Activity*.

- **Mengawasi *section* kaliber dengan cara penusukan pada kayu (material yang kecil dan *speed caliber* tinggi)**

Kegiatan ini dikategorikan sebagai *non value added activity* karena pengawasan tidak dilakukan secara rutin/berkala dan dilakukan pengecekan setiap 4 jam sekali atau jika terjadi permasalahan di kaliber tersebut.

- **Mengawasi *section* kaliber dengan cara penggunaan jangka sorong (material yang besar dan *speed caliber* lambat)**

Kegiatan ini dikategorikan sebagai *non value added activity* karena pengawasan dilakukan tidak secara berkala, dan dilakukan pengecekan jika terjadi permasalahan pada *stand* tersebut.

- **Mengatur kecepatan dan kebutuhan arus listrik (ampere) pada proses produksi**

Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Value Added Activity* karena jika salah melakukan pengaturan ampere, maka dampak yang dihasilkan adalah proses berjalan tidak stabil, mengalami kerugian dari segi listrik (jika dilakukan secara berlebihan), serta memakan banyak waktu (*delay*) jika proses mengalami perlambatan.

3. *Temp Core*

Merupakan tahapan setelah *mill line*, dimana fungsinya adalah melakukan proses *quenching* agar *billet* tidak memiliki suhu panas yang terlalu tinggi. Cara kerja dari alat ini adalah ketika *billet* tersebut masuk di *temp core*, *billet* tersebut akan melakukan proses *quenching*. Ciri-ciri proses tersebut sedang terjadi adalah ketika terdapat uap disekitarnya.



Gambar 5. 8 *Tempcore*
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

Selain itu, pada tahapan ini sedikit sekali aktivitas yang diterapkan, karena proses kerja *temp core* sudah diatur secara otomatis di bagian pulpit 2.

Tabel 5. 4 Klasifikasi Aktivitas pada Proses *Temp Core*

No	Aktivitas Proses <i>Temp Core</i>	VA	NNVA	NVA
1	Pengaturan air dan tekanan	v		
2	Pergantian pipa sesuai ukuran produk	v		

Dari tabel 5.4, diketahui bahwa di *Temp Core*, kegiatan yang dilakukan 100% bersifat *Value Added*. Untuk lebih jelasnya, berikut adalah penjabaran aktivitas yang dilakukan di *Temp Core* :

- **Pengaturan air dan tekanan**

Tujuan dari pengaturan air dan tekanan adalah untuk menstabilkan temperatur pada *billet* saat melakukan proses *quenching*. Jika pengaturan tersebut tidak dilakukan, maka hal yang terjadi adalah *billet* tersebut makin keras dan sulit untuk dipotong. Dampak yang diberikan adalah terjadinya *reject product*. Sehingga kegiatan ini dikategorikan sebagai *Value Added Activity*.

- **Pergantian pipa sesuai ukuran produk**

Tujuan dari pergantian pipa sesuai ukuran produk adalah agar jalur yang dilewati *billet* sesuai dengan ukurannya (tidak terlalu kecil tidak terlalu besar), sehingga tidak menghambat *billet* lainnya yang hendak melakukan proses produksi juga. Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Value Added Activity* karena

pipa pada *temp core* mempengaruhi seberapa cepat proses *quenching* yang dilakukan untuk *billet* tersebut.

4. *Hot Cut Line*

Merupakan tahapan setelah *Temp Core*, dimana menentukan apakah produk tersebut layak untuk diteruskan di tahapan berikutnya, atau harus ditolak akibat *defect* yang dihasilkan. Pada *Hot Cut Line*, terdapat proses *pinching*, *shearing*, dan *tail break*. Berikut adalah masing-masing penjelasannya.

a. *Pinching*

Merupakan tahapan setelah *temp core* yang berguna untuk menekan *billet* agar lebih padat. Cara kerja dari alat ini adalah ketika *billet* telah sampai di area ini, maka roda-roda tersebut akan saling mendekat dan menekan *billet* tersebut hingga padat.



Gambar 5. 9 *Pinching Roll* dan *Flying Shear*
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

b. *Flying Shear*

Merupakan proses yang berguna untuk memotong *billet* hingga berukuran 48 meter. Dalam 1 *billet*, akan dipotong oleh *flying shear* hingga 5 kali, bergantung panjang *billet* yang dihasilkan. Cara kerjanya adalah saat *billet* tersebut telah melalui proses *pinching*, *roll* langsung berputar cepat dan *deviating* pada *flying shear* akan membuka untuk memberikan arah pada *billet*. Ketika

deviating membuka, pisau siap-siap melakukan pengayunan, dan saat *deviating* menutup, pisau bekerja dan memotong *billet*.

c. *Tail Brake*

Merupakan tahapan yang digunakan untuk meneruskan, menarik, dan mengerem *billet* jadi agar sampai di area *cooling bed*. Cara kerja dari alat ini adalah ketika *billet* sudah terpotong, maka dua roda pada *tail break* akan berputar dengan kecepatan maksimal yang bertujuan untuk menarik *billet* agar sampai di tahapan berikutnya. Dua roda ini berputar berlawanan satu sama lain.



Gambar 5. 10 *Tail Break*
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 5 Klasifikasi Aktivitas pada Proses *Hot Cut Line*

No	Aktivitas Proses <i>Hot Cut Line</i>	VA	NNVA	NVA
1	Pergantian pipa <i>deviating</i>	v		
2	Pergantian pipa <i>tail break</i>	v		
3	<i>Setting pinching roll</i> dan <i>tail break</i>	v		

Dari tabel 5.4, diketahui bahwa kegiatan yang dilakukan di *Hot Cut Line* adalah 100% *Value Added*. Berikut adalah penjelasan aktivitasnya :

- **Pergantian pipa *deviating***

Deviating merupakan alat yang berguna untuk menagrahkan *billet* menuju *flying shear* sesuai dengan ukurannya. Di dalam *deviating* terdapat pipa yang berguna untuk menampung air untuk *deviating* sebagai pelumas. Semakin baik pipa yang digunakan, maka kinerja *deviating* semakin baik dan proses produksi semakin cepat terselesaikan. Itulah mengapa pergantian pipa *deviating* dikategorikan sebagai *Value Added Activity*.

- **Pergantian pipa *tail break***

Alasan mengapa pergantian pipa *tail break* merupakan *value added activity* adalah karena memiliki fungsi yang serupa dengan *deviating*. Semakin cepat proses pelumasan, semakin cepat *tail break* bekerja dan mampu membawa *billet* menuju *twin channel*.

- ***Setting pinching roll dan tail break***

Walaupun kecepatan *pinching roll* dan *tail break* telah diatur di dalam komputer, namun operator tetap perlu melakukan *setting* dari segi tata letak *roll* nya, ataupun komponen yang berhubungan. Alasannya adalah, jika sedikit kesalahan terjadi pada peletakan, maka hasil produk tidak sesuai dengan ukuran dan mengakibatkan *reject product*. Itulah alasan mengapa kegiatan ini dikategorikan kedalam *Value Added Activity*.

5. *Cooling Bed*

Merupakan proses akhir yang bertujuan untuk memotong *billet* hingga berukuran 12 meter, sesuai dengan ketentuan SNI Baja Beton. Terdapat tiga sub tahap pada *cooling bed*, yaitu *twin channel*, *rack valve*, dan *cold shear*. Berikut adalah penjelasan dari ketiga sub tahap tersebut.

a. *Twin Channel*

Twin channel yang berguna sebagai wadah *billet* setelah selesai melakukan proses di *tail break*. Cara kerja dari alat ini adalah dengan mendorong *billet* yang telah sampai dengan cara pompa agar *billet* tersebut dapat turun.



Gambar 5. 11 *Twin Channel* di *Cooling Bed*
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

b. *Rack Valve*

Selanjutnya adalah *rack valve* yang berguna sebagai wadah pada *billet* untuk dibawa menuju pemotongan. Cara kerja dari alat ini adalah *billet* yang sudah diturunkan oleh *twin channel* akan ditampung di *rack valve*. Kemudian, *rack valve* akan bergerak naik turun untuk menjatuhkan kembali *billet* tersebut ketika sudah mencapai kapasitas pemotongan ke *line* yang nantinya akan mengantarkan menuju *cold shear*. Kapasitas tersebut adalah 10 *billet* yang berukuran 48 meter.



Gambar 5. 12 *Rack Valve* di *Cooling Bed*
Sumber : Dokumentasi di PT. Hanil Jaya Steel

c. *Cold Shear*

Sub tahap terakhir adalah *cold shear* yang berfungsi sebagai pemotong *billet* jadi dan dibawa menuju tahap *packaging*. Cara kerja dari alat ini adalah, *line* yang telah memenuhi kapasitas akan bergerak menuju *cold shear*. Lalu ada dua alat yang satu berperan sebagai pemotong dan yang lainnya berperan sebagai pemberhenti *billet*. Ketika *billet* tersebut diberhentikan, pemotong tersebut bergerak dan memotong sepanjang 12 meter. Setelah itu *billet* yang telah dipotong akan dibawa menuju area *packaging*.



Gambar 5. 13 *Cold Shear* di *Cooling Bed*
 Sumber : Dokumentasi di PT. HANIL JAYA STEEL

Setelah mengetahui proses yang terjadi di *cooling bed*, selanjutnya adalah dengan mengidentifikasi dan menganalisis aktivitas yang terjadi di tahapan tersebut. Berikut adalah identifikasi aktivitas *colling bed* pada tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Klasifikasi Aktivitas pada Proses *Cooling Bed*

No	Aktivitas Proses <i>Cooling Bed</i>	VA	NNVA	NVA
1	Pengaturan panjang pendek barang jadi		v	
2	Pemotongan barang jadi (menjadi 12 meter)	v		

Berdasarkan tabel 5.6 , terdapat aktivitas yang mendukung proses *cooling bed*, dimana 50% bersifat *Value Added* dan 50% bersifat *Necessary Non Value Added*. Berikut adalah penjelasan dari aktivitas-aktivitas tersebut yang telah dicantumkan pada tabel :

- **Pengaturan panjang pendek barang jadi**

Maksud dari pengaturan panjang pendek barang jadi adalah untuk mengelompokkan ukuran panjang dari suatu barang. Hal ini berguna untuk mengontrol pemotongan di area *cold shear*, agar panjang pemotongan sama

dengan 12 m. Hal tersebut dikategorikan sebagai *Necessary Non Value Added Activity* karena tanpa kegiatan seperti itu pun, *cold Shear* akan memotong sesuai dengan kondisi baja beton jadi.

- **Pemotongan barang jadi (menjadi 12 meter)**

Kegiatan ini dikategorikan sebagai *Value Added Activity* karena jika produk tersebut tidak dipotong hingga 12 m, maka selain menyalahi standarisasi baja beton, juga menurunkan minat konsumen untuk membeli produk kembali.

6. *Packaging*

Langkah terakhir adalah *packaging*, dimana *billet* ini telah dipotong dan siap diikat sesuai dengan ukuran dan diameter yang ditentukan. Setelah diikat, langkah selanjutnya adalah pemberian tanda berupa *steel marking* dan memberi warna di bagian ujung baja beton.

Tabel 5. 7 Klasifikasi Aktivitas pada Proses *Packaging*

No	Aktivitas Proses <i>Packaging</i>	VA	NNVA	NVA
1	Menghitung jumlah <i>billet</i> dalam satuan buah		v	
2	Mengikat dengan metode bendel kecil			v
3	Mengikat dengan metode bendel besar	V		
4	Menimbang <i>billet</i> yang sudah diikat	V		

Dari tabel 4.6, diketahui aktivitas-aktivitas yang menunjang proses *packaging*, dimana 50% bersifat *Value Added*, 25% bersifat *Necessary Non Value Added*, dan 25% bersifat *Non Value Added*. Berikut merupakan penjelasan dari aktivitas yang terjadi :

- **Menghitung jumlah *billet* dalam satuan buah**

Tujuan dari perhitungan jumlah *billet* adalah untuk memastikan berapa banyak bendel yang akan ditimbang. Kegiatan ini dikategorikan sebagai *necessary non value added*, karena kegiatan ini hanya diperlukan sebagai *controlling* bagi operator, namun tidak sebagai kegiatan utama dalam proses *packaging*.

- **Mengikat dengan metode bendel kecil**

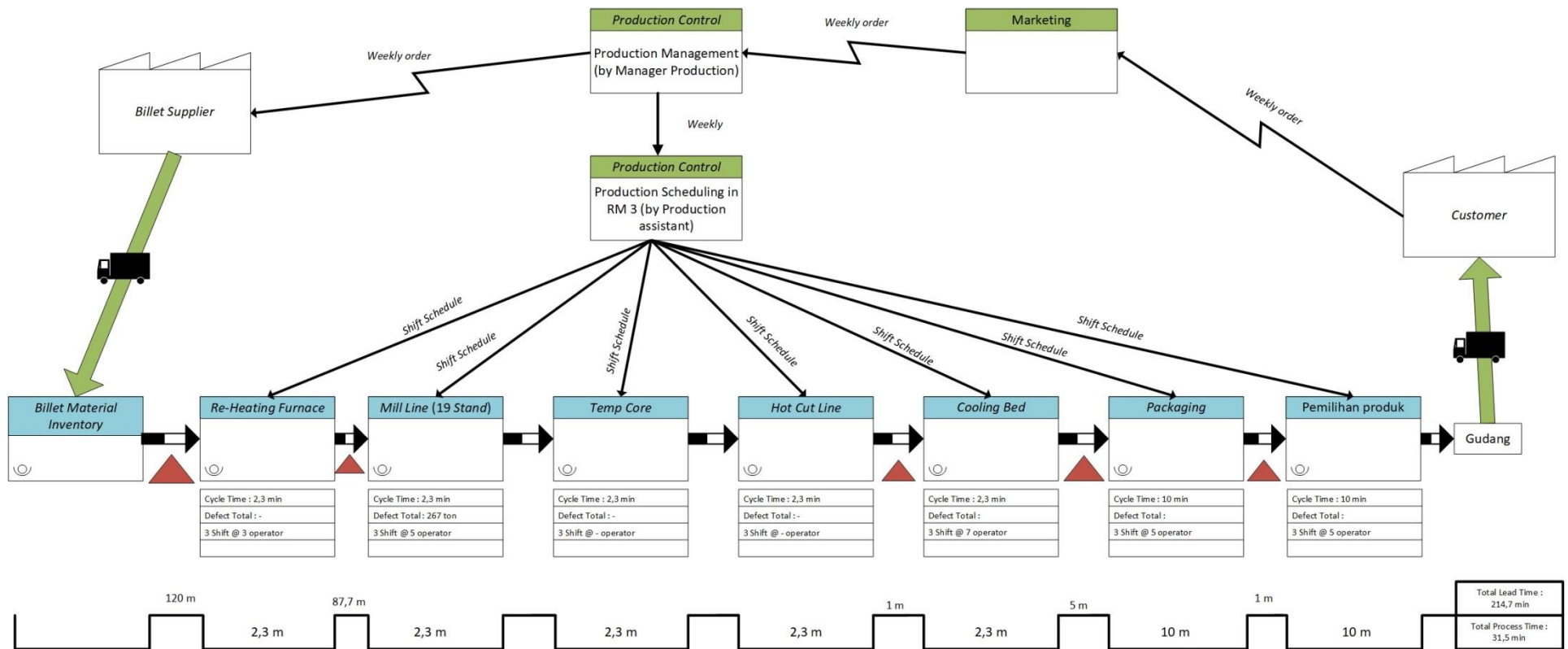
Kegiatan ini dikategorikan sebagai *non value added activity*, karena tanpa dilakukan bendel kecil pun, proses *packaging* tetap dapat dilakukan dengan mengikat dalam jumlah besar untuk mempermudah dalam penimbangan.

- **Mengikat dengan metode bendel besar**

Kegiatan ini dikategorikan sebagai *value added activity*, karena tujuan mengikat dengan metode bendel besar adalah untuk mempermudah dalam proses penimbangan dan dapat menyesuaikan jumlah pesanan dari konsumen.

- **Menimbang *billet* yang sudah diikat**

Tujuan dari penimbangan *billet* adalah untuk memastikan bahwa berat *billet* tersebut sesuai dengan pesanan yang dilakukan. Hal ini dikategorikan sebagai *value added activity*.



Gambar 5. 14 Value Stream Mapping Current di PT. Hanil Jaya Steel

5.1.2 Pengumpulan data

Selain meninjau dari segi *Value Stream Mapping* sebagai gambaran proses produksi pada PT. Hanil Jaya Steel, terdapat hal-hal lain yang menjadi penyebab permasalahan pada proses produksi di *Roll Mill 3*. Untuk mengetahui hal tersebut secara spesifik, berikut adalah data-data yang telah dikumpulkan, terdiri dari data jumlah produksi beserta *defect* yang dihasilkan, penggunaan gas dan listrik, jumlah *missroll*, *brake time*, dan frekuensi *trouble* dalam rentan waktu Januari hingga Desember 2018.

5.1.2.1 Data ukuran produksi *billet* yang dihasilkan

Dalam proses produksi di PT. Hanil Jaya Steel, 1 batang *billet* dapat menghasilkan beberapa batang baja beton jadi sesuai dengan ukuran yang ditetapkan. Berikut adalah acuan proses produksi hasil akhir pada 1 *billet* seperti pada tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Jumlah *Billet* yang dihasilkan berdasarkan ukuran

Ukuran	Hasil Akhir (pcs)
D10	95 pcs
D13	65 pcs
D16	56 pcs
D19	40 pcs
D22	29 pcs
D25	22 pcs
D29	17 pcs
D32	12 pcs

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Berdasarkan *Value Stream Mapping* pada gambar 5.14 serta hasil *brainstrom* dengan mentor dan observasi lapangan, berikut adalah jumlah produksi yang meninjau *mill line* sebagai proses produksi yang menghasilkan paling banyak *defect*.

5.1.2.2 Data Penggunaan Gas

Penggunaan gas menjadi salah satu tinjauan seberapa efisien kah penggunaan yang telah dilakukan. Berikut adalah penggunaan gas dan listrik tiap

satu ton *billet* dan telah diterapkan dari bulan Januari hingga Desember 2018 seperti pada tabel 5.9

Tabel 5. 9 Penggunaan Gas dan Listrik pada Bulan Januari Hingga Desember 2018

Bulan	Jumlah penggunaan gas (m ³ /ton)	Jumlah penggunaan listrik (kwh/ton)
Januari	44,51	113,95
Februari	41,78	99,52
Maret	40,70	98,44
April	36,24	214,56
Mei	0	0
Juni	0	0
Juli	43,59	91,73
Agustus	41,57	335,58
September	49,82	557,91
Oktober	57,35	163,43
November	38,29	150,55
Desember	37,94	176,62

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 di PT. Hanil Jaya Steel

Selanjutnya, dari data tersebut dapat ditemukan penggunaan gas dan listrik selama satu tahun berdasarkan hasil produksi yang dilakukan. Berikut adalah data penggunaan gas dan listrik yang menghasilkan total produksi sejumlah 71.090 dalam rentan bulan Januari hingga Desember 2018 seperti pada tabel 5.10, tabel 5.11, tabel 5.12, dan tabel 5.13 .

a. Penggunaan Gas

Tabel 5. 10 Jumlah penggunaan gas secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018

Penggunaan Gas	January m ³ /Ton	February m ³ /Ton	March m ³ /Ton	April m ³ /Ton	May m ³ /Ton	June m ³ /Ton
Produk Baik	415.589, 87	562.358,80	519.291, 30	99.660	0,00	0,00
Produk Defect	849,70	2780,04	1511,19	900,56	0,00	0,00
Total	416.439, 57	565.138,84	520.802, 49	100.560, 56	0,00	0,00

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 11 Jumlah penggunaan gas secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018

Penggunaan Gas	July	August	September	October	November	December
	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton
Produk Baik	618.585,69	34.128,97	34.027,06	137.640,00	215993,89	336034,58
Produk Defect	996,57	0,00	8,61	614,22	243,85	129,07
Total	416.439,57	565.138,84	520.802,49	100.560,56	216237,74	336163,65

Sumber : Data Rekapitulasi Roll Mill 3 PT. Hanil Jaya Steel

b. Penggunaan Listrik

Tabel 5. 12 Jumlah penggunaan listrik secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018

Penggunaan Listrik	January	February	March	April	May	June
	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton
Produk Baik	1.063.951,15	1.339.539,2	1.255.995,96	590.040	0,00	0,00
Produk Defect	2.175,31	6.622,06	3.655,08	5.331,82	0,00	0,00
Total	1.066.126,46	1.346.161,26	1.259.651,04	595.371,82	0,00	0,00

Sumber : Data Rekapitulasi Roll Mill 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 13 Jumlah penggunaan listrik secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018

Penggunaan Listrik	July	August	September	October	November	December
	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton
Produk Baik	1.301.740,43	275.511,18	381.052,53	392.232,00	849252,55	1564323,34
Produk Defect	2.097,17	0,00	96,41	1.750,34	958,78	600,86
Total	1.303.837,60	275.511,18	381.148,94	393.982,34	850211,33	1564924,20

Sumber : Data Rekapitulasi Roll Mill 3 PT. Hanil Jaya Steel

5.1.2.3 Data Jumlah *Missroll* dan *Trouble* secara keseluruhan

Jumlah *Missroll* dan *Trouble* dapat menunjukan pada proses manakah yang dapat mendukung hasil produk *defect*, namun belum tentu menjadi proses utama yang menghasilkan *defect*. Berdasarkan penjelasan diatas, berikut adalah data jumlah *missroll* dan *trouble* yang dihasilkan seperti pada tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Jumlah *Missroll* dan *Trouble* secara keseluruhan

Nama Proses Produksi	Nama Mesin Produksi	Jumlah <i>Missroll</i>	Jumlah Frekuensi <i>Trouble</i>
<i>Furnace</i>	<i>Re-Heating Furnace</i>	0	0
<i>Mill Line</i>	<i>Stand 1</i>	2	2
	<i>Stand 2H</i>	2	2
	<i>Stand 3</i>	9	7
	<i>Stand 4</i>	6	4
	<i>Stand 5</i>	7	5
	<i>Stand 6</i>	5	4
	<i>Stand 7</i>	16	10
	<i>Stand 8</i>	11	8
	<i>Stand Shear 1</i>	4	2
	<i>Stand 9</i>	6	6
	<i>Stand 10</i>	7	6
	<i>Stand 11</i>	9	7
	<i>Stand 12</i>	5	4
	<i>Stand 13</i>	15	11
	<i>Stand Shear 2</i>	2	2
	<i>Stand 14</i>	17	13
	<i>Stand 15</i>	22	18
	<i>Stand 16</i>	4	2
	<i>Stand 17</i>	12	10
	<i>Stand 18</i>	2	1
	<i>Stand 19</i>	4	2
<i>Temp Core</i>	<i>Temp Core</i>	5	3
	TW/C2	9	5
	TW/C1	17	9

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 15 (lanjutan) Jumlah *Missroll* dan *Trouble* secara keseluruhan

Nama Proses Produksi	Nama Mesin Produksi	Jumlah <i>Missroll</i>	Jumlah Frekuensi <i>Trouble</i>
<i>Hot Cut Line</i>	<i>Pinching Roll 1</i>	2	2
	<i>Pinching Roll 2</i>	5	3
	<i>Hot Cut 3</i>	25	16
	<i>Hot Cut 4</i>	53	35
	L1	13	12
	L2	5	4
	L3	3	2
	<i>Tail Break 1</i>	24	15
	<i>Tail Break 2</i>	15	10

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

5.1.2.4 Jumlah Produksi

Tujuan adanya data jumlah produksi adalah untuk mengetahui berapa banyak produk yang dihasilkan dalam rentan bulan Januari hingga Desember 2018. Berikut merupakan data jumlah produksi yang tersedia pada tabel 5.16 .

Tabel 5. 16 Data Jumlah Produksi pada bulan Januari hingga Desember pada tahun 2018

Bulan	Jumlah Produksi (Ton)
Januari	9.356,09
Februari	13.526,54
Maret	12.796,13
April	2.774,85
Mei	0
Juni	0
Juli	14.213,86
Agustus	821
September	683,17
Oktober	2.410,71
November	5647,37
Desember	8860,40

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

5.1.3 Mengidentifikasi Jenis *Defect*

Defect terjadi apabila terdapat kesalahan dalam proses, sehingga hasil akhir yang didapat tidak sesuai dengan desain maupun standar yang ditetapkan. Dalam rentan bulan Januari hingga Desember 2018, terdapat data *defect* yang terkumpul dan diklasifikasikan per bulan sebagai berikut :

Tabel 5. 17 Data *Reject* pada bulan Januari

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Januari
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16	<i>Lining + Underfill</i>	garis + kempong	1,73
	<i>Underfill + twisting</i>	garis + mluntir	2,06
	<i>Lining</i>	Garis	2,89
D19	<i>Lining + Underfill</i>	garis + kempong	1,28
	<i>Twisting</i>	Mluntir	2,03
	<i>Underfill + twisting + lining</i>	Garis + kempong + mluntir	4,73
	<i>Inappropriate Diameter</i>	Diameter kecil	2,55
D22			
D25	<i>Underfill</i>	Kempong	0,36
D29			
D32	<i>Underfill + inappropriate diameter</i>	Kempong + diameter kecil	1,46
P25			
P32			
P36			
TOTAL			19,09

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 18 Data *Reject* pada bulan Februari

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Februari
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13	<i>Inappropriate Diameter + Underfill</i>	Diameter kecil + kempong	7,87
	<i>Underfill</i>	Kempong	0,8
D16	<i>Lining + underfill</i>	garis + kempong	3,84
	<i>Lining</i>	Garis	11,9
D19	<i>Lining + underfill</i>	garis + kempong	1,97
	<i>Lining</i>	Garis	15,05
	<i>Twisting</i>	Mluntir	2,13
D22	<i>Inappropriate Diameter</i>	Diameter kecil	2,55
D25			
D29	<i>Property test</i>	Non T/C	0,97
D32	<i>Lining</i>	Garis	3,73
	<i>Twisting</i>	Mluntir	1,05
P25			
P32			
P36	<i>Inappropriate Diameter</i>	Diameter Kecil	1,83
TOTAL			66,54

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya SteelTabel 5. 19 Data *Reject* bulan Maret

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Maret
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13	<i>Underfill</i>	Kempong	0,15
D16	<i>Underfill</i>	Kempong	1,95
D19	<i>Lining</i>	Garis	2,84
	<i>Lining + underfill + twisting</i>	Garis + kempong + mluntir	5,28
D22	<i>Lining</i>	Marking cuil	5,2
D25	<i>Underfill</i>	Kempong	0,39

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 20 (lanjutan) Data *Reject* bulan Maret

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Maret
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D25	<i>Lining + underfill</i>	Garis + kempung	3,69
D29			
D32	<i>Lining</i>	Garis	2,29
			6,88
P25	<i>Inappropriate Diameter + underfill</i>	Diameter kecil + kempung	8,46
P32			
P36			
TOTAL			37,13

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 21 Data *Reject* bulan April

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		April
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16	<i>Lining</i>	Garis	12,88
D19	<i>Twisting</i>	Mluntir	2,42
	<i>Underfill</i>	Kempung	0,91
D22			
D25			
D29			
D32	<i>Inappropriate Diameter</i>	Diameter kecil	8,64
P25			
P32			
P36			
TOTAL			24,85

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 22 Data *Reject* pada bulan Mei

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Mei
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16			
D19			
D22			
D25			
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			0

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya SteelTabel 4. 2 Data *Reject* bulan Juni

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Juni
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16			
D19			
D22			
D25			
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			0

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 23 Data *Reject* bulan Juli

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Juli
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16	<i>Lining</i>	Garis	8,51
	<i>Lining + Inappropriate Diameter</i>	Garis + Diameter kecil	2,16
	<i>Underfill</i>	Kempong	0,18
	<i>Underfill + Twisting</i>	Kempong + Mluntir	0,94
D19	<i>Underfill + Overfill</i>	Kempong + Nguping	1,01
	<i>Underfill</i>	Kempong	1,71
	<i>Lining</i>	Garis	2,75
	<i>Twisting</i>	Mluntir	0,45
D22	<i>Property Test</i>	Property Test	0,73
D25	<i>Lining</i>	Garis	4,42
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			22,86

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya SteelTabel 5. 24 Data *Reject* bulan Agustus

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Agustus
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16			
D19			
D22			
D25			
D29			

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 25 (lanjutan) Data *Reject* bulan Agustus

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Agustus
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			0

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 26 Data *Reject* bulan September

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		September
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16			
D19			
D22			
D25	<i>Underfill</i>	Kempong	0,17
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			0,17

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 27 Data *Reject* bulan Oktober

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Oktober
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13	<i>Underfill</i>	Kempong	2,16
	<i>Twisting</i>	Mluntir	0,774

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 28 (lanjutan) Data *Reject* bulan Oktober

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		Oktober
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D16	<i>Lining</i>	Garis	0,36
	<i>Twisting</i>	Mluntir	7,416
D19			
D22			
D25			
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			10,71

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 29 Data *Reject* bulan November

Ukuran	Identifikasi <i>Reject</i>		November
	Istilah <i>Engineer</i>	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13	<i>Underfill</i>	Kempong	0,84972
D16			
D19			
D22			
D10			
D25	<i>Lining</i>	Garis	2,0586
	<i>Underfill</i>	Kempong	3,4602
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			6,37

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 30 Data *Reject* bulan Desember

Ukuran	Identifikasi Reject		Desember
	Istilah Engineer	Istilah Lapangan	Jumlah (Ton)
D10			
D13			
D16	<i>Underfill</i>	Kempong	2,61
	<i>Twisting</i>	Mluntir	0,79
D19			
D22			
D25			
D29			
D32			
P25			
P32			
P36			
TOTAL			3,40

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Berdasarkan data *defect* yang telah dikumpulkan, terdapat 2 jenis *defect*, yaitu bersifat kombinasi dan bersifat non kombinasi.

a. Non Kombinasi *Defect*

Non Kombinasi *defect* merupakan *defect* dimana bersifat homogen dan dalam satu *billet* hanya menghasilkan satu jenis *defect* saja. Berdasarkan hasil observasi lapangan, berikut adalah jenis non kombinasi *defect* seperti pada tabel 5.31.

Tabel 5. 31 Data non kombinasi *defect*

Jenis <i>Defect</i>	Keterangan
<i>Lining</i> (Garis)	Merupakan suatu <i>defect</i> berupa garis yang muncul di permukaan bahkan ada beberapa yang memiliki kedalaman tertentu.

Sumber : Data Rekapitulasi Non Kombinasi *Defect* di *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 32 (lanjutan) Data non kombinasi *defect*

Jenis Defect	Keterangan
<i>Underfill</i> (Kempong)	Merupakan suatu <i>defect</i> akibat kurang ratanya pemanasan pada billet, sehingga di area tertentu yang mengalami pemanasan berlebih mengalami penyusutan isi.
<i>Overfill</i> (Nguping)	Merupakan suatu <i>defect</i> akibat isi billet yang berlebih, dimana ciri-cirinya adalah berbentuk mirip telinga saat dibengkokkan.
<i>Twisting</i> (mluntir)	Merupakan suatu <i>defect</i> dimana saat mengalami perputaran billet di roll tersebut, billet tersebut tidak berputar sesuai derajat roll-nya.
Diameter Kecil	Merupakan suatu <i>defect</i> akibat tidak sesuai pemasangan gap pada roll, atau bisa juga dikarenakan tidak stabilnya kecepatan antara roll satu dengan roll lainnya, sehingga mengalami tension.
<i>Property Test</i>	Merupakan suatu <i>defect</i> karena ketidak cocokan hasil akhir terhadap standar produk saat dilakukan uji kualitas produk.
<i>Inappropriate Marking</i> (Marking Cuil)	Merupakan suatu <i>defect</i> akibat lepasnya penanda suatu billet selama proses rolling terjadi.
Non T/C (material merah)	Merupakan <i>defect</i> yang dihasilkan karena permasalahan pada temp core. Biasanya material tersebut berwarna merah.

Sumber : Data Rekapitulasi di *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

b. Kombinasi *defect*

Kombinasi *defect* merupakan jenis *defect* yang bersifat heterogen, artinya dalam satu *billet* dapat menghasilkan dua jenis *defect* sekaligus. Berdasarkan hasil observasi lapangan, berikut adalah data rekapitulasi kombinasi *defect* seperti pada tabel 5.33.

Tabel 5. 33 Data Rekapitulasi kombinasi *Defect*

Jenis <i>Defect</i>	Keterangan
Garis + Kempong	Merupakan suatu kombinasi defect antara lining dan underfill dengan penyebab
Garis + Mluntir	Merupakan suatu kombinasi defect antara lining dan twisting
Garis + Nguping	Merupakan suatu kombinasi defect antara lining dan overfill
Garis + Kempong + Mluntir	Merupakan suatu kombinasi defect antara lining, underfill, dan twisting
Diameter kecil + kempong	Merupakan suatu kombinasi defect antara diameter kecil dan underfill
Diameter kecil + mluntir	Merupakan suatu kombinasi defect antara diameter kecil dan twisting
Diameter kecil + mluntir + kempong	Merupakan suatu kombinasi defect antara diameter kecil, twisting, underfill
Diameter kecil + kempong + Non T/C (material merah)	Merupakan suatu kombinasi defect antara diameter kecil, underfill, dan Non T/C

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

5.2 *Measure*

Merupakan tahapan kedua setelah *Define*, dimana mengukur data-data yang telah dikumpulkan untuk mengetahui letak permasalahan dari suatu proses tersebut. Didalam tahapan ini, *Measure* yang dilakukan adalah dengan membuat *Pareto Chart*, *P-Chart*, perhitungan nilai *Sigma* dan menentukan *Level Sigma*, serta menghitung kerugian finansial yang ditimbulkan akibat permasalahan tersebut.

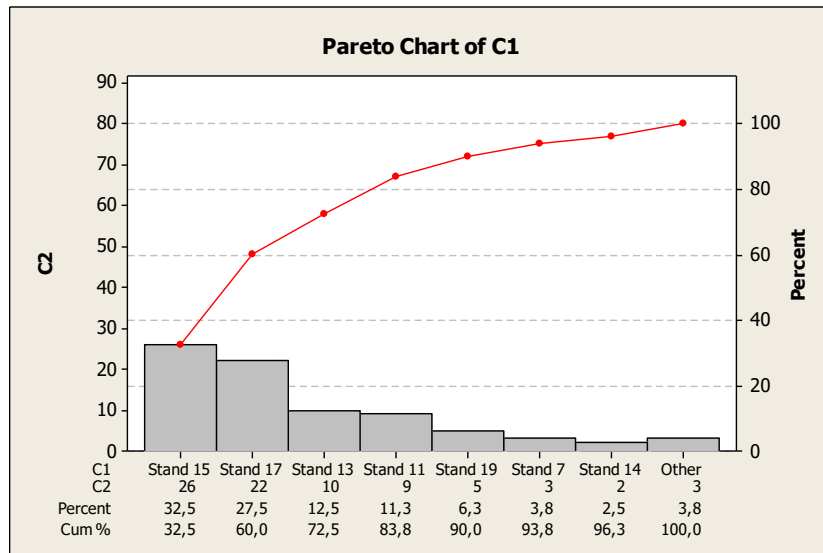
5.2.1 *Pareto Chart*

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, terdapat dua jenis *Pareto Chart* yang akan dibuat, yaitu berdasarkan proses produksi penghasil *defect* terbanyak dalam lingkup *Mill Line* dan berdasarkan jenis *defect* terbanyak yang dihasilkan. Berikut adalah penjelasan *Pareto Chart* yang telah dibuat.

5.2.2.1 *Pareto Chart* untuk proses produksi penghasil *defect* di *Mill Line*

Berdasarkan hasil *brainstorm* dengan mentor, penghasil *defect* terbanyak terdapat di area *Mill Line* . Hal ini dikarenakan proses utama pembentukan *billet*

terjadi di area tersebut, sehingga tidak menutup kemungkinan proses terjadinya *defect* ada disana. Namun karena dalam rentan bulan Januari hingga Oktober belum diketahui *Stand* manakah yang menghasilkan *defect* terbanyak, berikut disajikan *Pareto Chart* sesuai dengan gambar 5.15 .

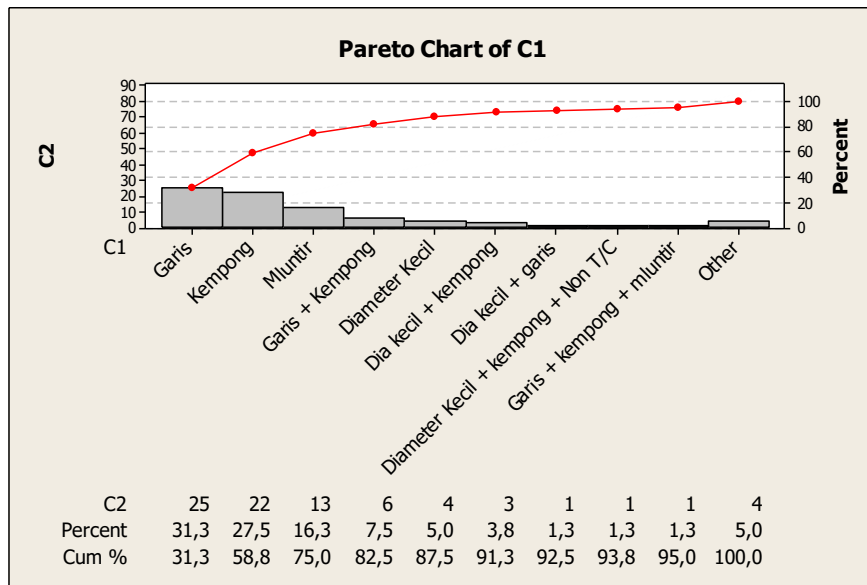


Gambar 5. 15 *Pareto Chart* untuk *Stand* penghasil *Defect*

Berdasarkan *Pareto Chart* diatas, diketahui bahwa *stand* 15 mencapai persentase 32,5%, dimana nilai persentase tertinggi dibanding *stand* lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *stand* 15 merupakan *stand* yang paling kritis dan harus diselesaikan terlebih dahulu.

5.2.2.2 *Pareto Chart* untuk jenis *defect* terbanyak

Selanjutnya adalah pembuatan *Pareto Chart* untuk jenis *defect* terbanyak. Hal ini digunakan untuk mengetahui jenis *defect* manakah yang sering terjadi dan harus ditangani terlebih dahulu. Berikut disajikan *Pareto Chart* sesuai dengan gambar 5.16 .

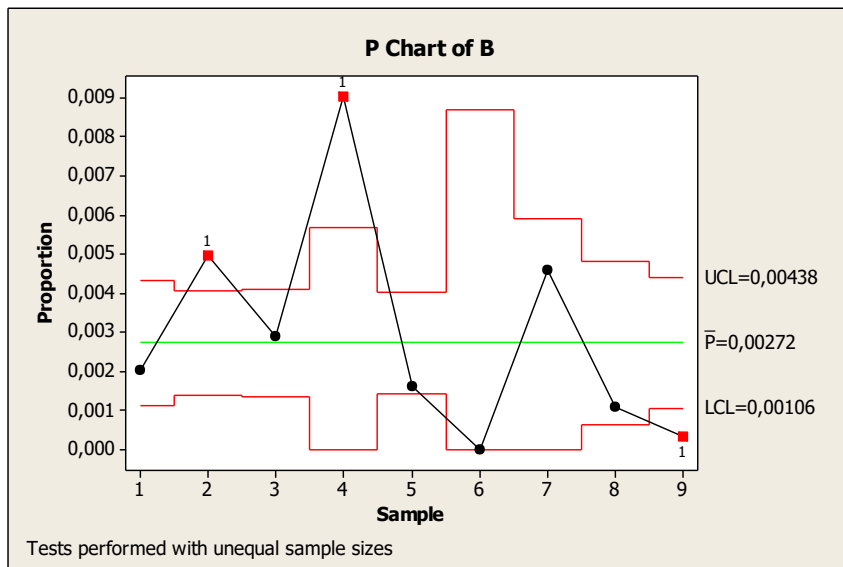


Gambar 5. 16 Pareto Chart untuk jenis defect

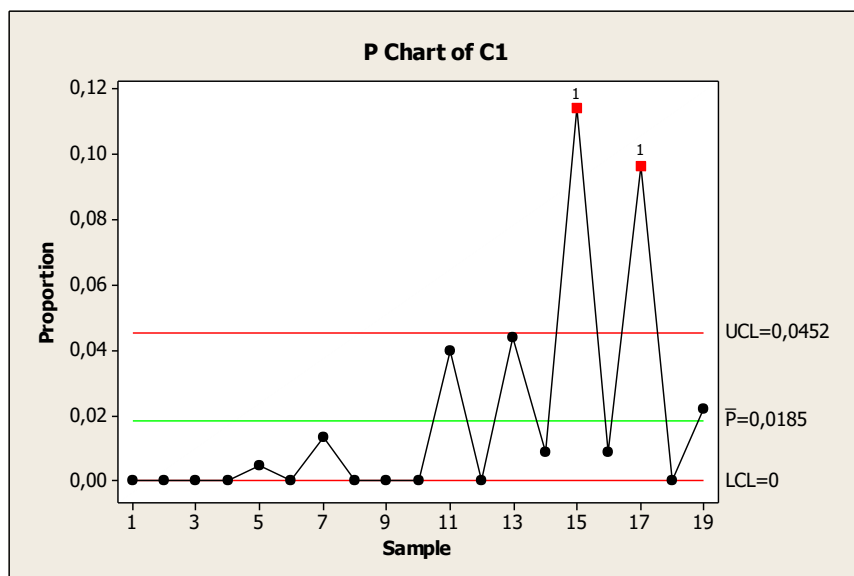
Berdasarkan gambar 4.16 , dapat diketahui bahwa jenis *defect* yang sering terjadi adalah jenis *defect* garis (*lining*), dengan jumlah persentase 31,3% , kemudian dilanjutkan dengan kempong (*underfill*) sebesar 27,5% , dan terakhir adalah mluntir (*twisting*) yaitu sebesar 16,3%. Namun dari ketiga besar jenis *defect* terbanyak, jenis *defect* yang harus diselesaikan terlebih dahulu adalah garis (*lining*).

5.2.2 P-Chart untuk proses produksi

P-Chart merupakan diagram yang berguna untuk memonitoring proporsi ketidaksesuaian terhadap suatu sampel, dalam penelitian ini adalah *defect* yang dihasilkan.



Gambar 5. 17 P-Chart untuk *defect* dalam rentan Januari-Desember 2018



Gambar 5. 18 P-Chart untuk *Stand* penghasil *defect*

Berdasarkan P-Chart pada gambar 5.17 , diketahui bahwa ada beberapa jumlah *defect* yang dihasilkan tiap bulan melewati batas LCL maupun UCL. Artinya, pengendalian kualitas di PT. Hanil Jaya Steel masih kurang. Sehingga dari kasus diatas, *defect* tersebut perlu diminimalisir agar hasil yang didapat mencapai batas UCL dan LCL. Sedangkan untuk P-Chart *Stand* pada gambar 5.18, diketahui bahwa *Stand* 15 dan *Stand* 17 melampaui batas UCL. Sehingga jumlah *defect* yang terdapat di *stand* 15 maupun 17 perlu diminimalisir. Namun, jika

dilihat *stand* manakah yang bersifat paling kritis dan harus diselesaikan terlebih dahulu, maka *stand* 15 adalah jawabannya.

5.2.3 Perhitungan Nilai *Sigma*

Dalam menghitung *Sigma Level*, diperlukan data berupa total hasil produksi secara keseluruhan dari bulan Januari hingga Desember dan total hasil *defect* dari bulan Januari hingga Desember. Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, total produksi *billet* yang dihasilkan adalah 71.090 ton, sedangkan total *defect* yang dihasilkan adalah 191 ton. Selain itu, perlu mengidentifikasi *defect opportunities* atau kriteria *defect*, dimana hal ini ditentukan berdasarkan Pareto Chart yang telah dilakukan. *Defect Opportunities* tersebut ialah garis (*lining*), kempong (*underfill*), dan mluntir (*twisting*). Total *defect opportunities* yang ditetapkan adalah 3.

Sehingga berikut adalah perhitungan nilai *Sigma* dan keterangan pada tabel 5.34 .

Tabel 5. 34 Perhitungan nilai *Sigma* yang dihasilkan

Keterangan	Nilai
Total Tonase (Ton)	71.090
Tonase Cacat (Ton)	191
Cacat per tonase (%)	0,27%
CTQ	3
DPU	0,00895578
DPMO	895,578
Sigma	4,62

Sumber : www.isixsigma.com

a. Menghitung DPU

Untuk mengetahui nilai kesempatan *defect* yang dihasilkan, berikut adalah kalkulasi DPU yang diterapkan :

$$DPU = \frac{\text{total number of defect found in a sample}}{\text{sample size}}$$

$$= \frac{191}{71090} = 0,00895578$$

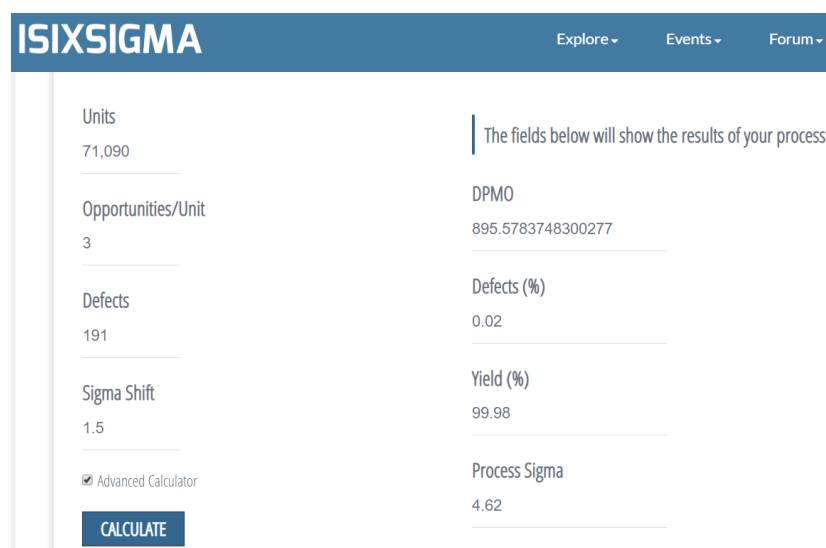
b. Menghitung DPMO

Untuk mengetahui nilai kesempatan *defect* yang dihasilkan dengan perhitungan jutaan kesempatan, berikut merupakan kalkulasi DPMO yang diterapkan :

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPU} \times 1.000.000 \\ &= 0,00895578 \times 1.000.000 \\ &= 895,578 \end{aligned}$$

c. Menghitung Nilai *Sigma*

Dengan menggunakan kalkulator *Sigma*, berikut adalah hasil nilai *Sigma* yang didapat :



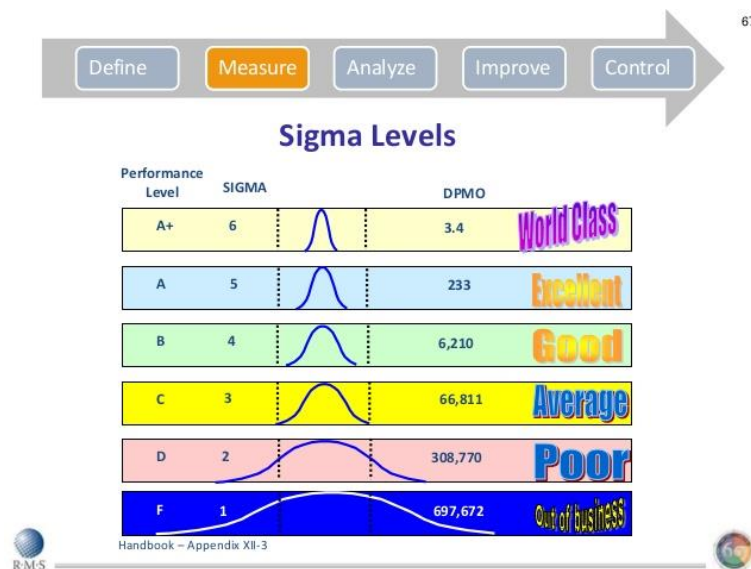
The screenshot shows the ISIXSIGMA calculator interface. On the left, there are input fields for 'Units' (71,090), 'Opportunities/Unit' (3), 'Defects' (191), and 'Sigma Shift' (1.5). There is also a checkbox for 'Advanced Calculator' which is checked, and a 'CALCULATE' button. On the right, there are output fields for 'DPMO' (895.5783748300277), 'Defects (%)' (0.02), 'Yield (%)' (99.98), and 'Process Sigma' (4.62). A message at the top right says 'The fields below will show the results of your process.'

Input Field	Value	Output Field	Value
Units	71,090	DPMO	895.5783748300277
Opportunities/Unit	3	Defects (%)	0.02
Defects	191	Yield (%)	99.98
Sigma Shift	1.5	Process Sigma	4.62

Gambar 5. 19 Perhitungan nilai *Sigma* Awal
Sumber : isixsigma.com

Dalam kalkulator *Sigma* , dapat diketahui bahwa nilai *sigma shift* diisi 1,5. Hal tersebut dikarenakan *sigma shift* 1,5 mengikuti standar dari motorola, dimana mengikuti standar kondisi proses manufaktur yang dijalankan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa Nilai *Sigma* yang didapat adalah 4,62 . Jika dipadankan dengan *Sigma Level*, maka proses produksi yang dihasilkan masih bersifat baik, walaupun masih perlu dilakukan perbaikan agar nilai *sigma* yang dihasilkan lebih baik dibanding sebelumnya.



Gambar 5. 20 Level *Sigma* yang diterapkan menggunakan 1,5 shift
Sumber : RMS 6 *Sigma*

5.2.4 Perhitungan Kerugian Finansial yang Ditimbulkan

Walaupun *sigma level* yang dihasilkan bersifat “baik”, namun tidak berarti proses tersebut tidak mengalami kerugian. Proses yang dilakukan dari bulan Januari hingga Oktober tentu mengalami kerugian karena adanya *defect* yang dihasilkan. Sehingga, kerugian yang dihasilkan akan ditinjau dari segi finansial, dan aspek kerugian yang dihasilkan akibat *defect* ada 4 (empat), yaitu dari segi penggunaan gas, penggunaan listrik, penggunaan material, dan *loss time* yang dihasilkan. *Loss time opportunity* merupakan waktu yang hilang akibat adanya permasalahan di proses manufaktur, sehingga hal tersebut berpeluang kehilangan profit. *Loss time opportunity* pada penelitian ini ditinjau dari dua aspek, yaitu berdasarkan *defect* yang dihasilkan dan berdasarkan *delay time and trouble time*. Berikut merupakan perhitungan *loss time opportunity* seperti pada tabel 5.35, hingga tabel 5.39 serta penjabaran biaya yang dihasilkan baik dari produk baik maupun produk *defect* sesuai dengan tabel 5.40 hingga tabel 5.55.

1. Perhitungan *Loss Time Opportunity*

a. Berdasarkan *defect* yang dihasilkan

Tabel 5. 35 Jumlah *Loss Time Opportunity* secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018

Perhitungan waktu	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>	<i>May</i>	<i>June</i>
TOTAL LOSS TIME (Hour)	1,27	4,44	2,48	1,66	0,00	0,00
TOTAL LOSS PRODUCT (Ton)	44,54	155,26	86,64	57,98	0,00	0,00

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 36 Jumlah *Loss Time Opportunity* secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018

Perhitungan waktu	<i>July</i>	<i>August</i>	<i>September</i>	<i>October</i>	<i>November</i>	<i>December</i>
TOTAL LOSS TIME (Hour)	1,52	0,00	0,01	0,71	0,42	0,23
TOTAL LOSS PRODUCT (Ton)	53,35	0,00	0,40	24,99	14,86	7,94

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

b. Berdasarkan *delay* dan *trouble time*

Tabel 5. 37 Jumlah *Loss Time Opportunity* secara keseluruhan dalam rentan Januari-Juni 2018

Perhitungan waktu	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>	<i>May</i>	<i>June</i>
<i>Delay Time</i> (min)	2601	5128	3425	1000	0	0
<i>Trouble Time</i> (min)	3471	4886	6337	1091	0	0
TOTAL LOSS TIME (Hour)	101,20	166,90	162,70	34,85	0,00	0,00
TOTAL LOSS PRODUCT (Ton)	3542,00	5841,50	5694,5	1219,75	0,00	0,00

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 38 Jumlah *Loss Time Opportunity* secara keseluruhan dalam rentan Juli-Desember 2018

Perhitungan waktu	<i>July</i>	<i>August</i>	September	<i>October</i>	November	<i>December</i>
<i>Delay Time</i> (min)	2586	510	100	1050	870	1000
<i>Trouble Time</i> (min)	2200	467	150	835	921	900
TOTAL LOSS TIME (Hour)	79,77	16,28	4,17	31,42	29,85	31,67
TOTAL LOSS PRODUCT (Ton)	2791,83	569,92	145,83	1099,58	1044,75	1108,33

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

2. Total Pengeluaran yang dihasilkan

a. Biaya penggunaan gas

Tabel 5. 39 Biaya penggunaan gas dalam rentan Januari-Mei 2018

Penggunaan Gas	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>	<i>May</i>
	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton
Produk Baik	Rp 1.198.145.595	Rp 1.621.280.420	Rp 1.497.116.818	Rp 287.319.780	Rp -
Produk Defect	Rp 2.449.673	Rp 8.014.859	Rp 4.356.764	Rp 2.596.326	Rp -
Total	Rp 1.200.595.268	Rp 1.629.295.279	Rp 1.501.473.582	Rp 289.916.106	Rp -

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 40 Biaya penggunaan gas dalam rentan Juni-Oktober 2018

Penggunaan Gas	<i>June</i>	<i>July</i>	<i>August</i>	<i>September</i>	<i>October</i>
	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton	m ³ /Ton
Produk Baik	Rp -	Rp 1.783.382.544	Rp 98.393.821	Rp 98.100.014	Rp 396.816.120
Produk Defect	Rp -	Rp 2.873.117	Rp -	Rp 24.819	Rp 1.770.792
Total	Rp -	Rp 1.786.255.661	Rp 98.393.821	Rp 98.124.833	Rp 398.586.912

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 41 Biaya penggunaan gas dalam rentan November-Desember 2018

Penggunaan Gas	November	December
	m³/Ton	m³/Ton
Produk Baik	Rp 932.683.222	Rp 1.464.416.823
Produk Defect	Rp 1.052.971	Rp 562.487
Total	Rp 933.736.193	Rp 1.464.979.310

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

b. Biaya penggunaan listrik

Tabel 5. 42 Biaya penggunaan listrik dalam rentan Januari-Mei 2018

Penggunaan Listrik	January	February	March	April	May
	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton
Produk Baik	Rp 1.060.482.669	Rp 1.335.172.302	Rp 1.251.901.413	Rp 588.116.470	Rp -
Produk Defect	Rp 2.168.214	Rp 6.600.473	Rp 3.643.162	Rp 5.314.434	Rp -
Total	Rp 1.062.650.883	Rp 1.341.772.775	Rp 1.255.544.575	Rp 593.430.904	Rp -

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 43 Biaya penggunaan listrik dalam rentan Juni-Oktober 2018

Penggunaan Listrik	June	July	August	September	October
	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton
Produk Baik	Rp -	Rp 1.297.496.756	Rp 274.613.014	Rp 379.810.299	Rp 390.953.324
Produk Defect	Rp -	Rp 2.090.331	Rp -	Rp 96.093	Rp 1.744.629

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 44 (lanjutan) Biaya penggunaan listrik dalam rentan Juni-Oktober 2018

Penggunaan Listrik	June	July	August	September	October
	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton	kwh/Ton
Total	Rp -	Rp 1.299.587.087	Rp 274.613.014	Rp 379.906.391	Rp 392.697.953

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 45 Biaya penggunaan listrik dalam rentan November-Desember 2018

Penggunaan Listrik	November	December
	kwh/Ton	kwh/Ton
Produk Baik	Rp 918.903.208	Rp 1.442.780.662
Produk Defect	Rp 1.037.414	Rp 554.176
Total	Rp 919.940.622	Rp 1.443.334.838

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

c. Biaya penggunaan material

Tabel 5. 46 Biaya penggunaan material dalam rentan Januari-Mei 2018

Penggunaan Material	January	February	March	April	May
	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
Produk Baik	Rp 81.759.347.130	Rp 117.862.355.400	Rp 111.724.055.910	Rp 24.080.347.500	Rp -
Produk Defect	Rp 167.161.394	Rp 582.656.845	Rp 325.128.474	Rp 217.598.777	Rp -

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 47 (lanjutan) Biaya penggunaan material dalam rentan Januari-Mei 2018

Penggunaan Material	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>	<i>May</i>
	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
Total	Rp 81.926.508.524	Rp 118.445.012.245	Rp 112.049.184.384	Rp 24.297.946.277	Rp -

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 48 Biaya penggunaan material dalam rentan Juni-Oktober 2018

Penggunaan Material	<i>June</i>	<i>July</i>	<i>August</i>	<i>September</i>	<i>October</i>
	Ton	Ton	Ton	Ton	Ton
Produk Baik	Rp -	Rp 124.263.349.590	Rp 7.189.078.290	Rp 5.980.682.670	Rp 21.015.576.000
Produk Defect	Rp -	Rp 200.194.377	Rp -	Rp 1.513.121	Rp 93.782.008
Total	Rp -	Rp 124.463.543.967	Rp 7.189.078.290	Rp 5.982.195.791	Rp 21.109.358.008

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 49 Biaya penggunaan material dalam rentan November-Desember 2018

Penggunaan Material	November	<i>December</i>
	Ton	Ton
Produk Baik	Rp 49.395.360.090	Rp 77.556.231.930
Produk Defect	Rp 55.765.882	Rp 29.789.579
Total	Rp 49.451.125.972	Rp 77.586.021.509

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

3. *Loss Time Opportunity*

Tabel 5. 50 Biaya *Loss Time Opportunity* yang dihasilkan dalam rentan Januari-Mei 2018

<i>Loss Time Opportunity</i>	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>	<i>May</i>
<i>Lost Time Opportunity</i> (berdasarkan <i>defect</i>)	Rp 385.388.920	Rp 1.343.309.520,00	Rp 749.580.440,00	Rp 501.671.800	Rp -
<i>Lost Time Opportunity</i> (berdasarkan <i>delay + trouble time</i>)	Rp 30.645.384.000	Rp 50.540.658.000	Rp 49.268.814.000	Rp 10.553.277.000	Rp -
TOTAL	Rp 31.030.772.920	Rp 51.883.967.520	Rp 50.018.394.440	Rp 11.054.948.800	Rp -

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 51 Biaya *Loss Time Opportunity* yang dihasilkan dalam rentan Juni-Oktober 2018

<i>Loss Time Opportunity</i>	<i>June</i>	<i>July</i>	<i>August</i>	<i>September</i>	<i>October</i>
<i>Lost Time Opportunity</i> (berdasarkan <i>defect</i>)	Rp -	Rp 461.546.131	Rp -	Rp 3.488.486	Rp 216.213.480
<i>Lost Time Opportunity</i> (berdasarkan <i>delay + trouble time</i>)	Rp -	Rp 24.154.942.000	Rp 4.930.919.000	Rp 1.261.750.000	Rp 9.513.595.000
TOTAL	Rp -	Rp 24.616.488.131	Rp 4.930.919.000	Rp 1.265.238.486	Rp 9.729.808.480

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 52 Biaya *Loss Time Opportunity* yang dihasilkan dalam rentan November-Desember 2018

<i>Loss Time Opportunity</i>	November	<i>December</i>
<i>Lost Time Opportunity</i> (berdasarkan <i>defect</i>)	Rp 128.567.682	Rp 68.679.576
<i>Lost Time Opportunity</i> (berdasarkan <i>delay + trouble time</i>)	Rp 9.039.177.000	Rp 9.589.300.000
TOTAL	Rp 9.167.744.682	Rp 9.657.979.576

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

4. Kerugian Finansial yang dialami (Dilihat dari biaya kontribusi *defect* dan *delay trouble time* yang dihasilkan)

Tabel 5. 53 Kerugian finansial yang dihasilkan dalam rentan waktu Januari-Mei 2018

Indikator Kerugian	<i>January</i>	<i>February</i>	<i>March</i>	<i>April</i>	<i>May</i>
Penggunaan Gas	Rp 2.449.673	Rp 8.014.859	Rp 4.356.764	Rp 2.596.326	Rp -
Penggunaan Listrik	Rp 2.168.214	Rp 6.600.473	Rp 3.643.162	Rp 5.314.434	Rp -
Penggunaan Material	Rp 167.161.394	Rp 582.656.845	Rp 325.128.474	Rp 217.598.777	Rp -
<i>Loss Time Opportunity</i>	Rp 31.030.772.920	Rp 51.883.967.520	Rp 50.018.394.440	Rp 11.054.948.800	Rp -
TOTAL	Rp 31.202.552.201	Rp 52.481.239.696	Rp 50.351.522.839	Rp 11.280.458.337	Rp -

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 54 Kerugian finansial yang dihasilkan dalam rentan waktu Juni-Oktober 2018

Indikator Kerugian	<i>June</i>	<i>July</i>	<i>August</i>	<i>September</i>	<i>October</i>
Penggunaan Gas	Rp -	Rp 2.873.117	Rp -	Rp 24.819	Rp 1.770.792
Penggunaan Listrik	Rp -	Rp 2.090.331	Rp -	Rp 96.093	Rp 1.744.629
Penggunaan Material	Rp -	Rp 200.194.377	Rp -	Rp 1.513.121	Rp 93.782.008
<i>Loss Time Opportunity</i>	Rp -	Rp 24.616.488.131	Rp 4.930.919.000	Rp 1.265.238.486	Rp 9.729.808.480
TOTAL	Rp -	Rp 24.821.645.956	Rp 4.930.919.000	Rp 1.266.872.520	Rp 9.827.105.909

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

Tabel 5. 55 Kerugian finansial yang dihasilkan dalam rentan waktu November-Desember 2018

Indikator Kerugian	<i>November</i>	<i>December</i>
Penggunaan Gas	Rp 1.052.971	Rp 562.487
Penggunaan Listrik	Rp 1.037.414	Rp 554.176
Penggunaan Material	Rp 55.765.882	Rp 29.789.579
<i>Loss Time Opportunity</i>	Rp 9.167.744.682	Rp 9.657.979.576
TOTAL	Rp 9.225.600.949	Rp 9.688.885.818

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill* 3 PT. Hanil Jaya Steel

BAB 6

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab 6 ini akan dijelaskan mengenai analisis dan interpretasi data berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan di bab sebelumnya. Subbab pada bab 6 ini adalah *analyze*, *improve*, dan *control* yang didalamnya terdapat subbab lainnya.

6.1 *Analyze*

Merupakan tahapan ketiga setelah tahapan *Measure*, dimana pada fase ini akan dianalisis data yang telah diukur. Dalam hal ini akan dianalisis berupa analisis *Sigma Level*, *Root Cause Analysis*, dan *Failure Mode Effect Analysis*.

6.1.1 Analisis *Sigma Level*

Setelah nilai dan level *sigma* telah ditentukan, dapat diketahui bahwa nilai *sigma* yang dihasilkan adalah 4,62. Hal ini dikarenakan nilai DPMO yang dihasilkan adalah 895,578 unit. Untuk *sigma level* yang dihasilkan adalah *good*, artinya kondisi perusahaan tersebut dapat dikatakan cukup baik dalam melakukan proses produksi. Walaupun sudah dikatakan baik, namun perlu dilakukan *improvement* untuk meminimalisir jumlah *defect* yang dihasilkan, sekaligus dapat mengurangi kerugian finansial yang dihasilkan.

6.1.2 *Root Cause Analysis*

Berdasarkan pengumpulan data yang telah dilakukan, berikut adalah RCA yang dibangun. RCA disini akan berfokus pada proses manufaktur yang menyebabkan *defect* seperti pada tabel 6.1 dan 6.3. .

Terdapat dua jenis RCA yang dibuat, yaitu RCA untuk *Stand 15* dan RCA untuk *Hot Cut*. Hal ini dikarenakan permasalahan (*Sub Fail*) antara *Stand 15* dengan *Hot Cut* berbeda. Sehingga dengan membedakan RCA tersebut, diharapkan dapat menemukan akar permasalahan dari keduanya, kemudian dilanjutkan untuk dianalisis menggunakan FMEA.

Tabel 6. 1 RCA Stand 15

<i>Fail</i>	<i>Sub Fail</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
	<i>Jenis Reject</i>					
<i>Stand 15</i>	<i>Garis (Lining)</i>	Lipatan di material sebelumnya	Kerusakan guide	Bearing pecah	Lifetime bearing habis	Kapabilitas bearing sudah mencapai batas
					Pemberian grease kurang	<i>Trial Error</i>
				Kaliber <i>entry</i> melebar	<i>Roll Entry</i> mengalami aus	
		Kerusakan pada <i>Roll Guide</i>	<i>Load Impact</i> pada <i>roll guide</i>	Sering melakukan gesekan terhadap material tanpa henti		
		<i>Roll entry</i> mengalami pelebaran gap	Kondisi <i>roll entry</i> aus			
		<i>Setting</i> kaliber yang tidak <i>center</i> di roll stand sebelumnya (tidak simetris)	Adjustment gap kaliber kurang tepat			

Tabel 6. 2 (lanjutan) RCA Stand 15

<i>Fail</i>	<i>Sub Fail</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
	<i>Jenis Reject</i>					
Stand 15	Garis (Lining)	<i>section caliber</i> mengalami nguping (<i>overflow</i>)	<i>Loop</i> material mengalami tension	Luasan material yang tidak sesuai standar	Perenggangan pada kaliber	Kaliber aus
			Kecepatan tidak sesuai	Belum ada penyesuaian dengan kondisi real material		
	Kempung (Underfill)	material tidak sesuai dengan standart	<i>problem guide</i> di <i>stand finish</i>	bearing kocak / pecah	pelumasan kurang	<i>Trial Error</i>
			<i>Roll Entry</i> aus	jarak entri terlalu besar	beban material terlalu besar	Kesalahan standarisasi pada pengaturan <i>roll</i>
	Mluntir (Twisting)	<i>fill</i> material tidak tampak	<i>Section</i> kaliber terlalu kecil	Area material yang tidak sesuai standar	Terjadi kesalahan pada pengaturan <i>Gap</i>	
		<i>Loop</i> mengalami <i>tension</i>	<i>speed</i> tidak sesuai	<i>human error</i>		

Tabel 6. 3 RCA *Hot Cut* 4

<i>Fail</i>	<i>Sub Fail</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
	[Jenis Reject]					
Hot Cut 4	Billet Terhambat	Material nguping (<i>overflow</i>)	Roll guide rusak	roll guide aus	Pendinginan kurang	<i>Nozzle</i> air tidak mengenai langsung ke roll
				<i>bearing</i> pecah	Pelumasan kurang	Tidak ada standarisasi volume pelumasan
	Looping setelah Pemotongan Billet	Gerakan potongan (<i>swing</i>) pada <i>Flying Shear</i> kurang tepat	Siku pisau tidak sesuai derajatnya	Settingan sudut tidak tepat	<i>Human error</i> dalam setting sudut	
		Pinching roll bermasalah	RPM down	Ampere rendah	Gap roll nya terlalu lebar	Kesalahan setting <i>roll</i>
	Material mengalami tabrakan	Kepala billet bengkok	Nozzle aus	Sering terkena gesekan material	Setting Nozzle yang kurang <i>center</i> (tidak simetris)	Baut kendur

6.1.3 Failure Mode Effect Analysis

Setelah dilakukan *Root Cause Analysis*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat risiko yang dihasilkan menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Dari subbab 2.5.5, telah dijelaskan bahwa perlu adanya pemberian *rating / score* berdasarkan kriteria kerusakan (*Severity*), frekuensi (*Occurrence*), dan deteksi (*detection*). Dalam menentukan kriteria tabel, telah dilakukan observasi lapangan dan *brainstrom* dengan mentor untuk menyesuaikan kondisi lapangan. Khusus untuk tabel *occurrence*, penentuan kriteria berdasarkan beberapa komponen yang menyebabkan kerusakan pada mesin dan frekuensi yang dihasilkan.

Berikut adalah *Rating* dari *Severity*, *Occurrence*, *Detection* yang terlampir di tabel 6.4 hingga tabel 6.20, serta FMEA yang terlampir pada tabel 6.21 hingga tabel 6.28.

Tabel 6. 4 Tabel *Severity* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Criteria</i>
1	<i>None</i>	<ul style="list-style-type: none">- Kerugian finansial yang dihasilkan adalah < 1 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan- Komponen yang digunakan masih mencapai aus dan dapat diperbaiki saat itu juga
2	<i>Very Minor</i>	<ul style="list-style-type: none">- Kerugian finansial yang dihasilkan adalah < 1 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan- Komponen yang digunakan mencapai aus dan ada 1 hingga 2 retakan, serta dapat diperbaiki saat itu juga
3	<i>Minor</i>	<ul style="list-style-type: none">- Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> 1-20 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan- Komponen yang digunakan masih mencapai aus dan dapat diperbaiki saat itu juga

Tabel 6. 5 (lanjutan) Tabel *Severity* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Criteria</i>
4	<i>Very Low</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> 1-20 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai aus dan terdapat banyak retakan
5	<i>Low</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> 21-40 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai aus dan terdapat banyak retakan
6	<i>Moderate</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> 41-60 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai aus, banyak retakan, dan terdapat goyangan saat beroperasi
7	<i>High</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> 61-80 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai aus dan hampir mengalami pecah
8	<i>Very High</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> 61-80 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai aus dan pecah terbelah menjadi 2.
9	<i>Harzadous With Warning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> > 80 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai aus, dan pecah terbelah menjadi > 2

Tabel 6. 6 (lanjutan) Tabel *Severity* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Criteria</i>
10	<i>Harzadous Without Warning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah <i>range</i> > 80 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan mencapai hancur lebur

Tabel 6. 7 Tabel *Occurence* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Occurence Level</i>	<i>Criteria</i>
1	<i>Remote</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber adalah dalam interval 1-2 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 5 menit
2	<i>Low</i>	Frekuensi kerusakan kerusakan pada komponen : - Kaliber adalah dalam interval 3-5 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 10 menit
3	<i>Low</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber adalah dalam interval 5-10 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 15 menit
4	<i>Low</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop adalah > 10 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki selama 5 menit saat itu juga
5	<i>Moderate</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop adalah dalam interval 1-5 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki selama 10 menit saat itu juga
6	<i>Moderate</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop adalah dalam interval 6-10 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki selama 15 menit saat itu juga

Tabel 6. 8 (*occurence*) Tabel *Occurence* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Occurence Level</i>	<i>Criteria</i>
7	<i>High</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop adalah > 10 kali selama 1 bulan dan dapat diperbaiki selama 20 menit saat itu juga
8	<i>High</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop - Bearing adalah dalam interval 1-4 kali selama 1 bulan dan diperbaiki selama 10 menit dengan cara <i>delay process</i>
9	<i>Very High</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop - Bearing adalah dalam interval 5-9 kali selama 1 bulan dan diperbaiki selama 15 menit dengan cara <i>delay process</i>
10	<i>Very High</i>	Frekuensi kerusakan pada komponen : - Kaliber - Loop - Bearing adalah > 10 kali selama 1 bulan dan diperbaiki selama > 15 menit dengan cara <i>delay process</i>

Tabel 6. 9 Tabel *Detection* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Detection Level</i>	<i>Criteria</i>
1	<i>Desired</i>	Kriteria dibawah ini hampir pasti dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat didengar secara non kontinu walaupun jarak jauh
2	<i>Desired</i>	Kriteria dibawah ini sangat mudah dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat didengar secara non kontinu dengan jarak dekat

Tabel 6. 10 (lanjutan) Tabel *Detection* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Detection Level</i>	<i>Criteria</i>
3	<i>Acceptable</i>	Kriteria dibawah ini mudah dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat didengar secara kontinu walaupun jarak jauh
4	<i>Acceptable</i>	Kriteria dibawah ini cukup mudah dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran dengan jarak dekat
5	<i>Acceptable</i>	Kriteria dibawah ini cukup dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar namun sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen (visual) dengan alat bantu ringan (seperti meteran dan jangka sorong)
6	<i>Marginal</i>	Kriteria dibawah ini cukup sulit dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar yang menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen (visual) dengan alat bantu ringan (seperti meteran dan jangka sorong)
7	<i>Marginal</i>	Kriteria dibawah ini sulit dapat dideteksi : - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar tidak menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen (visual) dengan alat bantu ringan (seperti meteran dan jangka sorong)

Tabel 6. 11 (lanjutan) Tabel *Detection* untuk *Stand 15*

<i>Rating</i>	<i>Detection Level</i>	<i>Criteria</i>
8	<i>Marginal</i>	<p>Kriteria dibawah ini sangat sulit dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen (visual) dengan alat bantu ringan (seperti meteran dan jangka sorong) - Mengecek dengan mengonggok batang ke komponen
9	<i>Unacceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini amat sangat sulit dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen (visual) - Mengecek dengan mengonggok batang ke komponen - Mengecek menggunakan senter dan alat bantu lainnya
10	<i>Unacceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini hampir pasti tidak dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen (visual) - Mengecek dengan mengonggok batang ke komponen - Mengecek menggunakan senter dan alat bantu lainnya - Menghentikan proses produksi untuk mengecek dengan cara membongkar

Tabel 6. 12 Tabel *Severity* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Criteria</i>
1	<i>None</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah < 10 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya dan dapat diperbaiki saat itu juga - Terdapat satu garis di permukaan namun tipis
2	<i>Very Minor</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 10-30 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya dan dapat diperbaiki saat itu juga - Terdapat satu garis di permukaan namun tipis
3	<i>Minor</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 31-60 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya dan dapat mengakibatkan aus - Terdapat satu garis di permukaan dan cukup tipis
4	<i>Very Low</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 61-90 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, dan mengakibatkan aus - Terdapat satu garis di permukaan dan cukup tipis

Tabel 6. 13 (lanjutan) Tabel *Severity* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Criteria</i>
5	<i>Low</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 91-120 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, mengakibatkan aus, serta timbul keretakan pada komponen - Terdapat > 1 garis garis di permukaan dan tipis
6	<i>Moderate</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 121-150 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, mengakibatkan aus, serta timbul keretakan pada komponen - Terdapat > 1 garis di permukaan dan agak tebal
7	<i>High</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 151-180 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, mengakibatkan aus, serta timbul keretakan pada komponen - Terdapat > 1 garis di permukaan dan tebal
8	<i>Very High</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 181-210 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, <i>greasing</i> mudah hilang, mengakibatkan aus, serta timbul keretakan pada komponen - Terdapat > 1 garis di permukaan dan sangat tebal, hingga tembus ke bagian tengah

Tabel 6. 14 (lanjutan) Tabel *Severity* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Criteria</i>
9	<i>Harzadous With Warning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> 211-240 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, <i>greasing</i> mudah hilang, mengakibatkan aus, timbul keretakan pada komponen, hingga komponen tersebut patah - Terdapat > 1 garis di permukaan, sangat tebal, hingga tembus ke bagian tengah
10	<i>Harzadous Without Warning</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah dalam <i>interval</i> > 240 milyar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan - Komponen yang digunakan tidak sesuai dengan posisi yang seharusnya, <i>greasing</i> mudah hilang, mengakibatkan aus, timbul keretakan pada komponen, hingga komponen tersebut patah - Terdapat > 1 garis di permukaan, sangat tebal, hingga tembus ke bagian dalam (inti) dan patah

Tabel 6. 15 Tabel *Occurence* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Occurence Level</i>	<i>Criteria</i>
1	<i>Remote</i>	<p>Frekuensi kerusakan satu komponen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pinching roll</i> <p>adalah dalam interval 1-3 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 30 menit</p>
2	<i>Low</i>	<p>Frekuensi kerusakan satu komponen :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pinching roll</i> <p>Adalah dalam interval 4-6 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 30 menit</p>

Tabel 6. 16 (lanjutan) Tabel *Occurence* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Occurence Level</i>	<i>Criteria</i>
3	<i>Low</i>	Frekuensi kerusakan satu komponen: - <i>Pinching roll</i> adalah dalam interval 7-10 kali selama 1 tahun
4	<i>Low</i>	Frekuensi kerusakan satu komponen : - <i>Pinching roll</i> adalah > 10 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 30 menit
5	<i>Moderate</i>	Frekuensi kerusakan dua komponen : - <i>Pinching roll</i> - Pisau/ <i>shear</i> adalah dalam interval 1-5 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 45 menit
6	<i>Moderate</i>	Frekuensi kerusakan dua komponen : - <i>Pinching roll</i> - Pisau/ <i>shear</i> adalah dalam interval 6-10 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 45 menit
7	<i>High</i>	Frekuensi kerusakan dua komponen : - <i>Pinching roll</i> - Pisau/ <i>shear</i> adalah > 10 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu 45 menit
8	<i>High</i>	Frekuensi kerusakan keseluruhan diantara : - <i>Pinching roll</i> - Pisau/ <i>shear</i> - <i>Nozzle</i> (salah posisi) Adalah dalam interval 1-5 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu > 45 menit

Tabel 6. 17 (lanjutan) Tabel *Occurence* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Occurence Level</i>	<i>Criteria</i>
9	<i>Very High</i>	<p>Frekuensi kerusakan keseluruhan diantara :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pinching roll</i> - Pisau/<i>shear</i> - <i>Nozzle</i> (salah posisi) <p>Adalah dalam interval 6-10 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu > 45 menit</p>
10	<i>Very High</i>	<p>Frekuensi kerusakan keseluruhan diantara :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pinching roll</i> - Pisau/<i>shear</i> - <i>Nozzle</i> (salah posisi) <p>Adalah > 10 kali selama 1 tahun dan dapat diperbaiki saat itu juga dalam waktu > 45 menit</p>

Tabel 6. 18 Tabel *Detection* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Detection Level</i>	<i>Criteria</i>
1	<i>Desired</i>	<p>Kriteria dibawah ini hampir pasti dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat didengar secara non kontinu walaupun dengan pendengaran jarak jauh
2	<i>Desired</i>	<p>Kriteria dibawah ini sangat mudah dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi secara non kontinu dengan pendengaran jarak dekat
3	<i>Acceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini mudah dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan secara kontinu dengan pendengaran jarak jauh
4	<i>Acceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini cukup mudah dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi secara kontinu dengan pendengaran jarak dekat

Tabel 6. 19 (lanjutan) Tabel *Detection* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Detection Level</i>	<i>Criteria</i>
5	<i>Acceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini cukup dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar namun sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen dengan menggunakan alat ringan (jangka sorong dan meteran)
6	<i>Marginal</i>	<p>Kriteria dibawah ini cukup sulit dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen dengan menggunakan alat ringan (jangka sorong dan meteran)
7	<i>Marginal</i>	<p>Kriteria dibawah ini sulit dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar tidak menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen dengan menggunakan alat ringan (jangka sorong dan meteran)
8	<i>Marginal</i>	<p>Kriteria dibawah ini sangat sulit dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen dengan menggunakan alat ringan (jangka sorong dan meteran) - Mengecek dengan mengonggok batang ke komponen

Tabel 6. 20 (lanjutan) Tabel *Detection* untuk *Hot Cut*

<i>Rating</i>	<i>Detection Level</i>	<i>Criteria</i>
9	<i>Unacceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini amat sangat sulit dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen dengan menggunakan alat ringan (jangka sorong dan meteran) - Mengecek dengan menggonggok batang ke komponen - Mengecek menggunakan senter
10	<i>Unacceptable</i>	<p>Kriteria dibawah ini hampir pasti tidak dapat dideteksi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bunyi nyaring dapat dideteksi dengan lebih dari sekali pendengaran - Menghasilkan aroma gosong/terbakar sangat menyengat - Mengecek secara dekat pada komponen dengan menggunakan alat ringan (jangka sorong dan meteran) - Mengecek dengan menggonggok batang ke komponen - Mengecek menggunakan senter dan alat bantu lainnya - Menghentikan proses produksi untuk mengecek dengan cara membongkar

Dari tabel *severity*, *occurence*, dan *detection* yang ditetapkan, dapat ditinjau keterkaitan antar tabel. Sebagai contoh antara tabel *severity* dengan tabel *detection*. Disini dapat dilihat bahwa ketika kriteria *severity* pada komponen sangat parah, maka kriteria *detection* juga ikut parah (artinya banyak sekali metode yang harus diterapkan untuk mendeteksi kerusakan tersebut). Selain itu, ada pula keterkaitan antara kriteria *severity* dengan *occurence*, dimana semakin

parah komponen tersebut rusak, maka interval kerusakan atau bahkan jumlah komponen yang rusak juga semakin banyak.

Keterkaitan ini juga berhubungan antara kerusakan yang terjadi di *Stand* 15 dengan *Hot Cut*. Hal ini dapat dilihat bagaimana kriteria *detection* yang diterapkan. Untuk tabel *severity* dan *occurence* hanya terjadi perbedaan di interval kerusakan dan kerugian finansial yang dihasilkan, karena sudut pandang dalam menentukan kriteria juga berbeda.

Tabel 6. 21 FMEA untuk *Stand 15* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
Defect	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen sangat parah, yaitu komponen pecah 	10	Kapabilitas <i>bearing</i> sudah mencapai batas	4	Melakukan pengecekan dengan meteran, senter, bunyi nyaring, aroma yang tidak menyengat	9	360
	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen cukup parah, yaitu komponen mengalami aus dan retak. 	9	<i>Trial Error</i>	4	Melakukan pengecekan dengan bunyi sangat nyaring dengan jarak dekat	4	144

Tabel 6. 22 (lanjutan) FMEA untuk *Stand 15* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Defect</i>	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen aus 	9	<i>Roll Entry</i> mengalami aus	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	180
	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen cukup parah, yaitu komponen tidak dapat berfungsi dengan baik 	9	Sering melakukan gesekan terhadap material tanpa henti (kerusakan <i>guide</i>)	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	180

Tabel 6. 23 (lanjutan) FMEA untuk *Stand* 15 sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Defect</i>	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen tidak sesuai dengan posisinya 	9	<i>Adjustment gap</i> kaliber kurang tepat	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	180
	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen aus 	9	Kaliber aus	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	180

Tabel 6. 24 (lanjutan) FMEA untuk *Stand 15* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Defect</i>	Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen tidak sesuai dengan posisinya 	9	Belum ada penyesuaian dengan kondisi <i>real</i> material	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	180
	Produk memiliki hasil akhir berupa <i>underfill</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 25 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen mengalami aus 	5	<i>Trial Error</i>	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	100

Tabel 6. 25 (lanjutan) FMEA untuk *Stand 15* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>
<i>Defect</i>	Produk memiliki hasil akhir berupa <i>underfill</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 82 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen tidak bekerja dengan tepat 	5	Kesalahan standarisasi pada pengaturan roll	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	100
	Produk memiliki hasil akhir berupa <i>twisting</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 13 milyar - Kerusakan komponen sangat parah, yaitu komponen tidak bekerja dengan tepat 	4	Terjadi kesalahan pada pengaturan <i>Gap</i>	4	Melakukan pengecekan dengan jangka sorong, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	80

Tabel 6. 26 (lanjutan) FMEA untuk *Stand 15* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
<i>Defect</i>	Produk memiliki hasil akhir berupa <i>twisting</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Menghasilkan kerugian finansial kurang lebih 13 milyar - Kerusakan komponen parah, yaitu komponen tidak bekerja dengan tepat 	4	<i>human error</i>	4	Melakukan pengecekan dengan meteran, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	80

Tabel 6. 27 FMEA untuk *Hot Cut* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
Defect	Material mengalami macet/terhambat	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 92 M - Kerusakan komponen ialah tidak sesuai dengan posisinya dan komponen mengalami aus 	5	Nozzle air tidak mengenai langsung ke <i>roll</i>	6	Pengukuran posisi Nozzle menggunakan meteran	5	150
	Material mengalami macet/terhambat	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 92 M - Kerusakan komponen ialah tidak sesuai dengan posisinya dan komponen mengalami aus 	5	Tidak ada standarisasi volume pelumasan	6	Berdasarkan bunyi nyaring secara kontinu dengan jarak dekat	4	120

Tabel 6. 28 (lanjutan) FMEA untuk *Hot Cut* sebelum dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
Defect	Material/ <i>billet macet (delay)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 92 M - Kerusakan komponen ialah tidak sesuai dengan posisinya 	5	<i>Human error</i> dalam setting sudut	4	Melakukan pengecekan dengan sudut siku, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	100
	<i>Looping</i> pada saat pemotongan di <i>flying shear (trouble)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 107 M - Kerusakan komponen ialah tidak sesuai dengan posisinya 	5	Kesalahan setting <i>roll</i>	4	Melakukan pengecekan dengan sudut siku, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	5	100
	Material mengalami tabrakan (<i>trouble</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 107 M - Kerusakan komponen ialah tidak sesuai dengan posisinya 	5	Baut kendur	3	Melakukan pengecekan dengan senter, bunyi nyaring, dan aroma yang sangat menyengat	9	135

6.2 *Improve*

Merupakan tahapan selanjutnya dari *Analyze* dimana berupa alternatif perbaikan yang ditawarkan berdasarkan interseksi *Root Cause Analysis* yang dihasilkan dan FMEA dengan *Risk Priority Number* tertinggi. Selain itu, pada alternatif perbaikan akan dilakukan pemilihan alternatif berdasarkan kombinasi dan *action taken* yang diberikan, serta perhitungan *sigma* yang dihasilkan setelah melakukan *improvement*.

6.2.1 Alternatif Perbaikan

Berdasarkan penjelasan diatas, berikut adalah sub alternatif perbaikan yang diberikan .

6.2.1.1 Berdasarkan *Root Cause Analysis* dan *Action Taken* yang diberikan

Dari hasil subbab 6.1 yang telah diberikan, berikut adalah *Action Taken* yang sesuai dengan *Root Cause Analysis* yang telah dilakukan. Pengambilan *Action Taken* telah disesuaikan dengan kondisi lapangan pada PT. Hanil Jaya Steel.

Tabel 6. 29 *Action Taken* untuk *Stand 15*

Sub Fail	Akar Permasalahan/<i>Potential Cause</i>	<i>Action Taken</i>
Garis (<i>Lining</i>)	Kapabilitas bearing sudah mencapai batas	<ul style="list-style-type: none">- Melakukan pengaturan <i>greasing</i>, yaitu pada setiap 75 <i>billet</i> telah dikerjakan, perlu dilakukan <i>greasing</i>- Melakukan metode <i>bearing checking</i> berupa pengecekan setiap 2 jam sekali dan dilaporkan ke bagian pulpit 2.

Tabel 6. 30 *Action Taken* untuk *Hot Cut*

Sub Fail	Akar Permasalahan/<i>Potential Cause</i>	<i>Action Taken</i>
Billet Terhambat	Nozzle air tidak mengenai langsung ke roll	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan pengaturan pada <i>nozzle</i> khususnya pada selang <i>nozzle</i>, dimana penghubung semprotan dengan selang berjarak ¼ dim, dan ukuran selang adalah ½ dim. - Melakukan <i>controlling</i> setiap 3x dalam 1 <i>shift</i>, yaitu setiap 2 jam sekali. Cara <i>controlling</i> adalah dengan menggunakan <i>checksheet</i>, kemudian diberikan ke pulpit 2.

6.2.1.2 Membuat kombinasi alternatif berdasarkan *Action Taken* yang diberikan

Setelah membuat *Action Taken* berdasarkan *Root Cause Analysis* yang telah diberikan, langkah selanjutnya adalah dengan membuat kombinasi alternatif berdasarkan *Action Taken* yang telah diberikan.

Dari seluruh *Action Taken* yang telah diberikan, secara garis besar perlu dilakukan kegiatan sebagai berikut :

a. Melakukan pengaturan *greasing*

Tujuan dari pengaturan *greasing* adalah untuk mengurangi *defect* yang dihasilkan oleh *stand*, sekaligus meminimalisir cepatnya aus di berbagai *roll*, termasuk di *Hot Cut*. Pengaturan *Greasing* sebanyak 75 ini didapatkan berdasarkan hasil *brainstrom* dengan mentor dan me-review kondisi lapangan, sehingga alternatif ini dapat diajukan.

b. Melakukan pengaturan *nozzle*

Tujuan dari pengaturan *nozzle/runner* adalah untuk meningkatkan tekanan pada penyemprotan air menuju *roll*. Pengaturan *nozzle* ini dilakukan dengan cara mengganti selang yang awalnya berdiameter 1” dan ½”, kini diganti menjadi ½” dan ¼” (diameter 1” menuju ½” merupakan diameter selang dari

semprotan hingga *center* selang, sedangkan diameter ½” menuju ¼” merupakan diameter selang dari *center* menuju sumber tekanan air). Pengaturan *nozzle* ini didapatkan berdasarkan hasil *brainstrom* dengan mentor dan *me-review* kondisi lapangan, sehingga alternatif ini dapat diajukan.

- c. Melakukan *controlling* berupa *maintenance* dan didokumentasikan melalui *checksheet*, serta dilakukan 1 *shift* selama 3x

Tujuan dari *controlling* tersebut adalah memastikan bahwa segala pengaturan mesin, tingkat keausan maupun kerusakan mesin dapat terminimalisir dengan baik. Metode *controlling* selama 3 kali dalam 1 *shift* didapatkan berdasarkan perhitungan interval *trouble* pada mesin/komponen yang terjadi akibat *defect*, dan melakukan perhitungan menggunakan Weibull. Sehingga, hasil akhir yang didapat adalah sebagai berikut :

Tabel 6. 31 Frekuensi Pergantian selama proses produksi berlangsung dalam rentan Januari-Desember 2018

Nama komponen	Bulan	Frekuensi pergantian	R(t) tertinggi
<i>Roll guide</i>			
std 16	Januari	1	
std 13	Januari	3	0,7182611
std 15	Juli	5	0,857095
std 12	Januari	1	
std 11	Februari	2	0,760253
std 7	Februari	1	
std 17	Desember	2	0,760266
std 19	November	1	
<i>Roll entry</i>			
std 13	Februari	3	0,885513
std 17	Oktober	3	0,84667
std 15	Juli	3	0,94143
std 5	Maret	1	
std 7	Maret	4	0,937978
std 11	Juli	2	0,760236
std 9	Juli	1	

Sumber : *Software Weibull*

Tabel 6. 32 (lanjutan) Frekuensi Pergantian selama proses produksi berlangsung dalam rentan Januari-Desember 2018

Nama komponen	Bulan	Frekuensi pergantian	R(t) tertinggi
std 16	Juli	1	
std 4	Juli	1	
std 8	Juli	1	
Ganti Kaliber			
std 17	Juli	1	
std 16	Juli	1	
std 15	Juli	2	0,846631
Setting			
Setting Gap	Februari	7	0,957685
Setting Loop	Februari	3	0,928113
HOT CUT			
Ganti pipa			
Setting Nozzle			
Setting air TC	Februari	1	
Perbaikan pompa TC	Januari	1	

Sumber : *Software Weibull*

Keterangan :



: Hasil di Weibull sekitar 0,3 , artinya data terlalu sedikit sehingga kesulitan dalam menghitung di Weibull



: Tidak terdapat *controlling* (tidak ada data)

Sehingga dari tabel 5.17, diketahui bahwa pada *stand* 15 yang merupakan *stand* krisis, dengan *controlling* sebanyak 3 kali di bulan Juli dapat menghasilkan nilai keandalan sebesar 0,94. Agar keandalan tersebut bisa lebih tinggi lagi, maka *controlling* 3 kali tersebut dijadwalkan setiap 1 *shift*, sehingga dalam satu hari terdapat 9 kali *controlling*, agar tingkat keandalan bisa setara bahkan lebih baik dari *setting gap*.

Setelah menjabarkan *Action Taken* tersebut, maka selanjutnya adalah memadukan *Action Taken* tersebut menjadi kombinasi alternatif yang nantinya

akan disesuaikan dengan hasil RPN dari FMEA yang tertinggi. Berikut adalah tabel kombinasi alternatif dengan pilihan alternatif yang diberikan :

Tabel 6. 33 Kombinasi Alternatif

Nomor Kombinasi	Keterangan
0	Tidak melakukan perbaikan, hanya memerlukan tenaga kerja untuk melakukan proses produksi
1	Melakukan pengaturan <i>greasing</i>
2	Melakukan pengaturan <i>nozzle</i>
3	Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x
1,2	- Melakukan pengaturan <i>greasing</i> - Melakukan pengaturan <i>nozzle</i>
1,3	- Melakukan pengaturan <i>greasing</i> - Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x
2,3	- Melakukan pengaturan <i>nozzle</i> - Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x
1,2,3	- Melakukan pengaturan <i>greasing</i> - Melakukan pengaturan <i>nozzle</i> - Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x

6.2.1.3 Melakukan *improve*

Setelah melakukan kombinasi alternatif berdasarkan *Action Taken* yang ada, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan *improve*. Dalam melakukan *improve*, perlu melakukan beberapa hal sebagai berikut :

a. Kriteria Pemilihan Alternatif

Dalam membuat kriteria pemilihan alternatif, perlu dilakukan klasifikasi kriteria yang digunakan. Berdasarkan permasalahan yang sedang terjadi, maka kriteria pemilihan alternatif yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Jumlah *defect*
- Produktivitas

Dari kedua kriteria tersebut, maka dapat dilakukan penilaian *performance* dengan cara mengambil 10 operator sebagai *sampling*. Berikut merupakan tabel peformansi kombinasi alternatif yang diberikan :

Tabel 6. 34 Penilaian peformansi pada kombinasi alternatif

<i>Action Taken</i>	Kombinasi Alternatif	Nilai Kriteria*		Total Nilai Peformansi
		1	2	
Tidak melakukan perbaikan, hanya memerlukan tenaga kerja untuk melakukan proses produksi	0	79	78	157
Melakukan pengaturan <i>bearing</i>	1	80	78	159
Melakukan pengaturan <i>nozzle</i>	2	68	75	143
Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x	3	76	75	151
- Melakukan pengaturan <i>bearing</i> - Melakukan pengaturan <i>nozzle</i>	1,2	77	74	151
- Melakukan pengaturan <i>bearing</i> - Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x	1,3	77	72	149
- Melakukan pengaturan <i>nozzle</i> - Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x	2,3	73	71	144
- Melakukan pengaturan <i>bearing</i> - Melakukan pengaturan <i>nozzle</i> - Melakukan <i>controlling</i> berupa <i>checksheet</i> dan dilakukan 1 <i>shift</i> selama 3x	1,2,3	73	72	145

Sumber : Observasi Lapangan dan *Sampling* Operator di *Roll Mill 3*

* Keterangan :

Nilai kriteria 1 : Nilai berdasarkan aspek *defect*

Nilai kriteria 2 : Nilai berdasarkan aspek *productivity*

b. Biaya Alternatif yang diberikan

Selain membuat kriteria pemilihan alternatif, perlu melakukan pembuatan biaya alternatif yang akan diberikan. Untuk harga yang ditetapkan bisa sesuai dengan kondisi pasar, bisa pula sesuai dengan kondisi perusahaan, bergantung dari kebijakan perusahaan. Aspek yang digunakan dalam biaya alternatif ini adalah biaya gas, listrik, material, *maintenance*, *greasing* dan biaya komponen. Berikut adalah penetapan harga yang digunakan untuk perbaikan alternatif, dimana biaya ini menerapkan 1 hari proses produksi :

Tabel 6. 35 Biaya Dasar Alternatif

Keterangan	Biaya
Gas (m ³)	Rp 675.862
Listrik (kwh)	Rp 1.091.749
Material (Ton)	Rp 1.725.028.530
Karyawan/Operator (15 operator)	Rp 1.932.348
Pergantian komponen	Rp.
Selang pada <i>Nozzle</i>	Rp 780.000
<i>Greasing</i>	Rp 3.873.800
<i>Maintenance</i>	Rp 6.000.000

Sumber : Data Rekapitulasi *Roll Mill 3* PT. Hanil Jaya Steel

Selanjutnya adalah menetapkan harga dari tiap-tiap kombinasi alternatif. Berikut adalah harga-harga pada kombinasi alternatif sesuai dengan tabel 6.35 hingga tabel 6.43.

Tabel 6. 36 Biaya pada kombinasi alternatif 0

Keterangan	Biaya
Gas	Rp 675.862
Listrik	Rp 1.091.749
Material	Rp 1.725.028.530
Tenaga kerja (ada 15 operator)	Rp 1.932.348
TOTAL	Rp 1.728.728.489

Tabel 6. 37 Biaya pada kombinasi alternatif 1

Keterangan	Biaya	
Kombinasi Alternatif 0	Rp	1.728.728.489
<i>Greasing</i>	Rp	3.873.800
TOTAL	Rp	1.732.602.289

Tabel 6. 38 Biaya pada kombinasi alternatif 2

Keterangan	Biaya	
Kombinasi Alternatif 0	Rp	1.728.728.489
Selang <i>Nozzle</i>	Rp	780.000,00
TOTAL	Rp	1.729.508.489

Tabel 6. 39 Biaya pada kombinasi alternatif 3

Keterangan	Biaya	
Kombinasi Alternatif 0	Rp	1.728.728.489
<i>Maintenance</i>	Rp	6.000.000
TOTAL	Rp	1.734.728.489

Tabel 6. 40 Biaya pada kombinasi alternatif 1,2

Keterangan	Biaya	
Kombinasi Alternatif 0	Rp	1.728.728.489
Alternatif 1 (<i>Greasing</i>)	Rp	3.873.800
Alternatif 2 (<i>Nozzle</i>)	Rp	780.000,00
TOTAL	Rp	1.733.382.289

Tabel 6. 41 Biaya pada kombinasi alternatif 1,3

Keterangan	Biaya	
Kombinasi Alternatif 0	Rp	1.728.728.489
Alternatif 1 (<i>Greasing</i>)	Rp	3.873.800
Alternatif 3 (<i>Maintenance</i>)	Rp	6.000.000
TOTAL	Rp	1.738.602.289

Tabel 6. 42 Biaya pada kombinasi alternatif 2,3

Keterangan	Biaya	
Kombinasi Alternatif 0 (ada 6 operator)	Rp	1.728.728.489
Alternatif 2 (<i>Nozzle</i>)	Rp	780.000,00
Alternatif 3 (<i>Maintenance</i>)	Rp	6.000.000

Tabel 6. 43 (lanjutan) Biaya pada kombinasi alternatif 2,3

Keterangan	Biaya
TOTAL	Rp 1.735.508.489

Tabel 6. 44 Biaya pada kombinasi alternatif 1,2,3

Keterangan	Biaya
Kombinasi Alternatif 0	Rp 1.728.728.489
Alternatif 1 (<i>Greasing</i>)	Rp 3.873.800
Alternatif 2 (<i>Nozzle</i>)	Rp 780.000,00
Alternatif 3 (<i>Maintenance</i>)	Rp 6.000.000
TOTAL	Rp 1.739.382.289

c. Pemilihan Alternatif Perbaikan yang sesuai

Selanjutnya adalah pemilihan alternatif perbaikan yang sesuai, dimana pemilihan ini dilakukan berdasarkan perhitungan *Value Engineering* yang digunakan dan kondisi lapangan saat ini. Berikut adalah tahapan pemilihan dan perhitungan alternatif perbaikan yang akan diterapkan :

1. Memastikan bahwa biaya dan nilai peformansi ada
2. Melakukan perhitungan menggunakan rumus *Value Engineering* :

$$VE = \frac{Peformansi \times K}{Biaya alternatif}$$

Keterangan :

K : Merupakan nilai konstanta dalam menghitung *Value Engineering*. Dalam hal ini nilai K adalah 11011009,48.

Contoh perhitungan :

Misal : [menghitung kombinasi alternatif 0]

Nilai peformansi : 157

Biaya alternatif : Rp. 1.728.728.489

Sehingga, hasil yang didapat adalah :

$$VE = \frac{157 \times 11011009,48}{1.728.728.489} = 1,00$$

3. Setelah dilakukan perhitungan *Value Engineering*, langkah selanjutnya adalah mencari nilai *Value Engineering* tertinggi, dimana nanti dijadikan sebagai acuan dalam melakukan *improvement*

Tabel 6. 45 Hasil keseluruhan *Value Engineering* yang didapat

Kombinasi Alternatif	Nilai Peformansi	<i>Value Engineering</i>
0	157	1,00
1	159	1,01
2	143	0,91
3	151	0,96
1,2	151	0,96
1,3	149	0,94
2,3	144	0,91
1,2,3	145	0,91

Dari tabel 6.44, dapat diketahui bahwa kombinasi alternatif yang memiliki nilai *Value Engineering* tertinggi adalah kombinasi alternatif 1, pengaturan *greasing*. Sehingga *improvement* yang akan dilakukan adalah melakukan *greasing* setelah 75 *billet* dikerjakan.

6.2.1.4 Perhitungan FMEA untuk *improve* yang dihasilkan

Setelah dilakukan pemilihan alternatif perbaikan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi dan hasil implementasi tersebut diukur dengan FMEA, apakah mengalami perubahan hasil atau tidak. Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan, berikut adalah FMEA yang dihasilkan, sesuai dengan tabel 6.46. Untuk *Table of Refrence* FMEA, disamakan dengan subbab 6.1.3.

Tabel 6. 46 FMEA untuk *Stand 15* dan *Hot Cut* setelah dilakukan *improvement*

<i>Waste</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Cause</i>	<i>Occurence</i>	<i>Control</i>	<i>Detection</i>	RPN
Defect	[<i>Stand 15</i>] Produk memiliki hasil akhir berupa garis	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 45 milyar - Komponen yang digunakan adalah aus 	6	Kapabilitas <i>bearing</i> sudah mencapai batas	3	Melakukan pengecekan dengan cara suara nyaring dengan jarak dekat	4	72
	[<i>Hot Cut</i>] Material mengalami macet/terhambat	<ul style="list-style-type: none"> - Kerugian finansial yang dihasilkan adalah kurang lebih 70 M - Kerusakan komponen ialah tidak sesuai dengan posisinya dan komponen mengalami aus - Terdapat satu garis tipis di permukaan 	4	Nozzle air tidak mengenai langsung ke <i>roll</i>	4	Melakukan pengecekan dengan cara suara nyaring dengan jarak dekat	4	64

6.2.1.5 Perhitungan nilai *Sigma* yang dihasilkan setelah *improvement*

Berdasarkan pemilihan alternatif yang telah dipilih, berikut adalah perhitungan nilai *Sigma* dan level yang dihasilkan sesuai dengan tabel 5.36 :

Tabel 6. 47 Hasil DPU dan DPMO setelah dilakukan *Improvement*

Keterangan	Nilai
Total Tonase (Ton)	71.090
Tonase Cacat (Ton)	143
Cacat per tonase (%)	0,0002011
CTQ	3
DPU	0,000662914
DPMO	662,914
Nilai <i>Sigma</i>	4,71

Sumber : www.isixsigma.com

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat, maka nilai *sigma* yang dihasilkan adalah 4,71. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kenaikan sebesar 0,09 setelah dilakukan perbaikan. Kriteria *defect* yang dihasilkan sama dengan perhitungan *sigma* sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *sigma* yang didapat mengalami kenaikan dan level *sigma* yang didapat mendekati level *better*.

The screenshot shows the ISIXSIGMA calculator interface. On the left, there are input fields for 'Units' (71,090), 'Opportunities/Unit' (3), 'Defects' (143), and 'Sigma Shift' (1.5). Below these is a checkbox for 'Advanced Calculator' and a 'CALCULATE' button. On the right, there are output fields for 'DPMO' (670.5115581188165), 'Defects (%)' (0.01), 'Yield (%)' (99.99), and 'Process Sigma' (4.71). A message at the top right states: 'The fields below will show the results of your process.'

Gambar 6. 1 Nilai *Sigma* baru setelah dilakukan *improvement*
Sumber : isixsigma.com

6.2.2 Menghitung biaya yang dikeluarkan setelah *improvement* dilakukan

Setelah ditetapkan *improvement* berdasarkan pilihan alternatif perbaikan, berikut merupakan biaya implementasi sesuai dengan tabel 6.48, dimana dihitung selama 1 bulan . Selain itu, juga terdapat perbandingan biaya yang dihasilkan sebelum *improvement* dan sesudah *improvement*, tercantum pada tabel 6.53.

Jika dilihat dari tabel 6.53, diketahui bahwa terdapat penurunan sebesar 24% secara keseluruhan terhadap *defect* yang dihasilkan, dimana selisih biaya adalah Rp. 49.491.932.373,00. Selain itu, jika dilihat dari satu per satu, penurunan *defect* dapat menghasilkan penurunan *loss time opportunity* sebesar 24%, dimana selisih biaya yang dihasilkan adalah Rp. 49.059.378.035,00. Dilanjutkan dengan pengefisienan gas, listrik, material dengan masing-masing persentase sebesar 28%, 19%, dan 25%. Sehingga implementasi ini dapat diterapkan di perusahaan tersebut.

Tabel 6. 48 Biaya implementasi *improvement* yang dikeluarkan selama satu bulan

Biaya Implementasi	Satu Hari	Satu Bulan
Gas	Rp 675.862	Rp 20.275.860
Listrik	Rp 1.091.749	Rp 32.752.470
Material	Rp 1.725.028.530	Rp. 51.750.855.900
Tenaga Kerja	Rp 1.932.348	Rp. 57.970.440
<i>Greasing</i>	Rp 3.873.800	Rp. 116.214.000
Total	Rp 1.732.602.289	Rp 51.978.068.670

Tabel 6. 49 Perbandingan biaya gas yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan *improvement*

Penggunaan Gas	Rata-rata biaya sebelumnya	Biaya setelah <i>improvement</i>
	m ³ /Ton	m ³ /Ton
Produk Baik	Rp 9.377.655.157	Rp 9.377.655.157
Produk <i>Defect</i>	Rp 23.701.808	Rp 16.958.685
Total	Rp 9.401.356.966	Rp 9.394.613.842

Tabel 6. 50 Perbandingan biaya listrik yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan *improvement*

Penggunaan Listrik	Rata-rata biaya sebelumnya	Biaya setelah <i>improvement</i>
	kwh/Ton	kwh/Ton
Produk Baik	Rp 8.940.230.116	Rp 8.940.230.116
Produk <i>Defect</i>	Rp 23.248.926	Rp 18.850.098
Total	Rp 8.963.479.042	Rp 8.959.080.214

Tabel 6. 51 Perbandingan biaya material yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan *improvement*

Penggunaan Material	Rata-rata biaya sebelumnya	Biaya setelah <i>improvement</i>
	Ton	Ton
Produk Baik	Rp 620.826.384.510	Rp 620.826.384.510
Produk <i>Defect</i>	Rp 1.673.590.456	Rp 1.252.178.070
Total	Rp 622.499.974.966	Rp 622.078.562.580

Tabel 6. 52 Perbandingan *Loss Time Opportunity* yang dihasilkan

<i>Loss Time Opportunity</i>	Rata-rata biaya sebelumnya	Biaya setelah <i>improvement</i>
	Ton	Ton
Berdasarkan <i>Defect</i>	Rp 3.858.446.035	Rp 2.886.884.000
Berdasarkan <i>Delay + Trouble Time</i>	Rp 199.497.816.000	Rp 151.410.000.000
Total	Rp 203.356.262.035	Rp 154.296.884.000

Tabel 6. 53 Perbandingan biaya kerugian yang dihasilkan sebelum dan setelah melakukan *improvement*

Indikator Kerugian	Rata-rata biaya sebelumnya	Biaya setelah <i>improvement</i>	Selisih Biaya
Penggunaan Gas	Rp 23.701.808	Rp 16.958.685	Rp 6.743.123
Penggunaan Listrik	Rp 23.248.926	Rp 18.850.098	Rp 4.398.829
Penggunaan Material	Rp 1.673.590.456	Rp 1.252.178.070	Rp 421.412.386
<i>Loss Time Opportunity</i>	Rp 203.356.262.035	Rp 154.296.884.000	Rp 49.059.378.035
TOTAL	Rp 205.076.803.226	Rp 155.584.870.853	Rp 49.491.932.373

6.2.3 Kajian dan *Improvement* pada *Operation Procedure* setelah dilakukan pemilihan alternatif perbaikan

Untuk memastikan bahwa alternatif perbaikan tersebut layak digunakan dan dapat diimplementasikan dengan baik, maka perlu dilakukan kajian terhadap *Operation Procedure* yang lama. Hal ini digunakan untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan dari *Operation Procedure* tersebut. Jika terdapat beberapa *Operation Procedure* yang belum ada atau perlu adanya perubahan berdasarkan hasil alternatif perbaikan tadi, maka perlu dilakukan *re-design* kembali. Sebelum menuju tahapan kajian dan *improvement* *Operation Procedure*, berikut adalah OPC (*Operation Process Chart*) berdasarkan *Operation Procedure* yang telah ditetapkan di PT. Hanil Jaya Steel pada gambar 6.3 dan gambar 6.4.

Berdasarkan OPC tersebut, berikut adalah tahapan kajian dan *improvement* *Operation Procedure* yang dilakukan :

1. Mengkaji *Operation Procedure* yang biasa digunakan menggunakan SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*)

Dalam melakukan *improvement* pada suatu proses, maka perlu dilakukan kajian terhadap *Operation Procedure* yang biasanya digunakan di perusahaan. Berikut merupakan penjabaran *Operation Procedure* tersebut menggunakan SWOT.

Tabel 6. 54 Tabel *Strength* dan *Weakness* untuk *Operation Procedure* lama

Keterangan	<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>
OPERATION PROCEDURE <i>Mill Line</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cukup terperinci dan sederhana • Dapat diaplikasikan dengan baik, terbukti dengan hasil produksi yang meningkat 	<ul style="list-style-type: none"> • Masih menghasilkan benda <i>reject/defect</i> • Terdapat beberapa komponen yang cepat mengalami kerusakan, terutama <i>bearing</i> • Belum ada tahapan mengenai <i>controlling</i> (pada saat tahapan mana dapat dilakukan pengecekan) • Tidak ada standarisasi secara spesifik/khusus (seperti sudut <i>twist</i>, jarak <i>center roll</i>, dsb)

Tabel 6. 55 (lanjutan) Tabel *Strength* dan *Weakness* untuk *Operation Procedure* lama

Keterangan	<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>
<i>Operation Procedure Hot Cut</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cukup terperinci dan sederhana • Dapat diaplikasikan dengan baik, terbukti dengan hasil produksi yang meningkat 	<ul style="list-style-type: none"> • Masih sering mengalami <i>trouble</i> dan menyebabkan produk <i>defect</i> • Belum ada tahapan mengenai <i>controlling</i> (pada saat tahapan mana dapat dilakukan pengecekan) • Tidak ada standarisasi secara khusus/spesifik (seperti jarak <i>center</i> komponen pada <i>roll</i>)

Tabel 6. 56 Tabel *Opportunity* dan *Threat* untuk *Operation Procedure* lama

Keterangan	<i>Opportunity</i>	<i>Threat</i>
<i>Operation Procedure Mill Line</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat membantu implementasi SNI • Meningkatkan hasil audit produksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika operator mengalami kejenuhan dalam menjalankan <i>Operation Procedure</i>, maka tahapan <i>Operation Procedure</i> diabaikan • Jika mengalami <i>miss</i> produk setiap saat, maka <i>Operation Procedure</i> tersebut tidak layak digunakan
<i>Operation Procedure Hot Cut</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat membantu implementasi SNI • Meningkatkan hasil audit produksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Ketika tidak ada operator yang dapat menangani area <i>Hot Cut</i> saat mengalami masalah • Kesulitan dalam mendekteksi kerusakan, sehingga peluang <i>missroll</i> semakin tinggi

2. Penyesuaian *Operation Procedure* terhadap alternatif perbaikan yang dipilih

Dari SWOT yang telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan penyesuaian antara *Operation Procedure* lama terhadap alternatif perbaikan yang telah dipilih. Penyesuaian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Dilakukan standarisasi ulang berupa jarak (*gap*) antara *roll*, *caliber*, sudut.
- b. *Controlling* selama 3 kali, dimana dilakukan selama pemasangan hingga proses berjalan. Untuk interval waktu yang diberikan adalah 2 jam.

3. Penetapan *Operation Procedure* baru

Langkah terakhir, setelah dilakukan penyesuaian, dilakukan penetapan *Operation Procedure* atau disebut dengan *re-design Operation Procedure*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan operator dalam bekerja dengan alternatif perbaikan yang telah diberikan. Sehingga penetapan *Operation Procedure* baru tersebut tercantum pada *OPC Stand 15* dan *Hot Cut* yang baru. Berikut adalah penetapan *Operation Procedure* baru pada *Mill Line* dan *Hot Cut*.

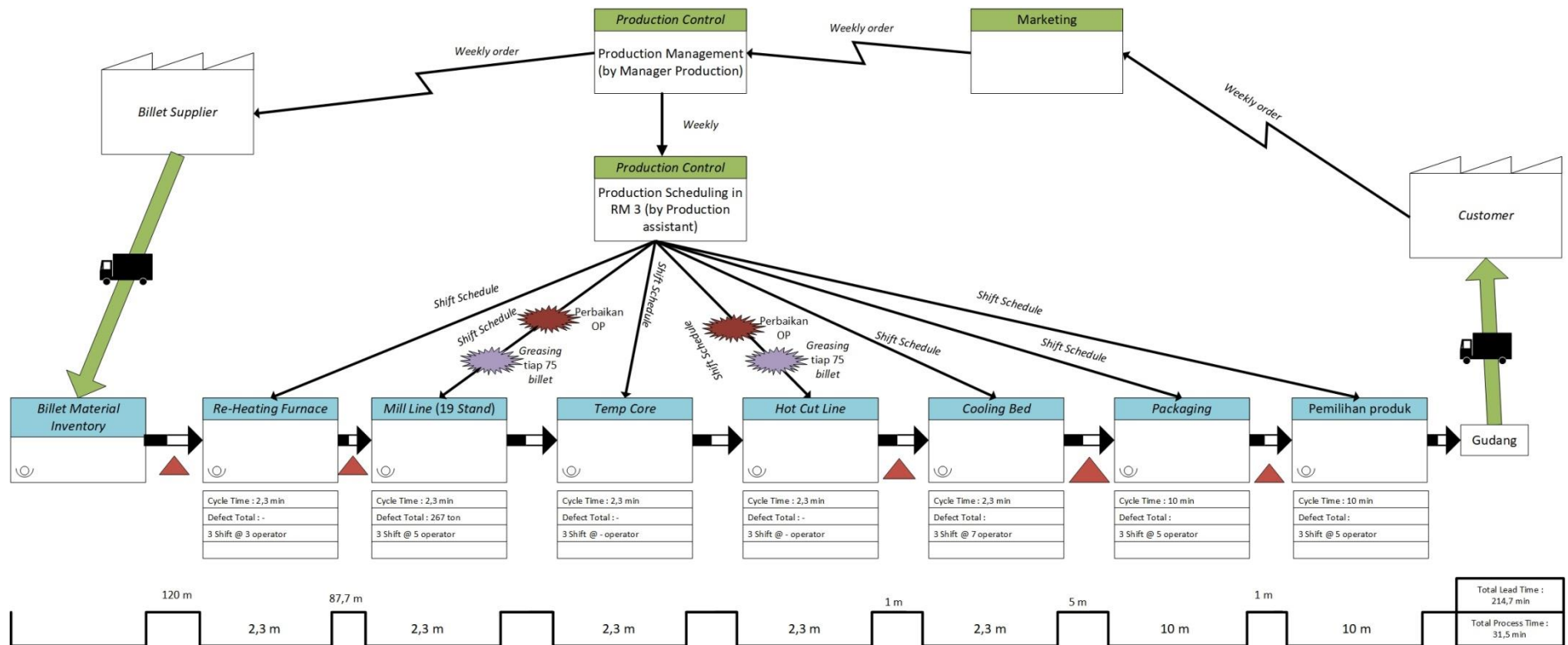
a. *Operation Procedure Mill Line*

- 1) Sebelum *roll stand* diangkat, pastikan standarisasi pemasangan tepat. Standarisasi tersebut telah mengikuti aturan SNI. Perlu ada satu operator yang bertugas dalam pengecekan pemasangan.
- 2) *Roll Stand* yang sudah dari *roll shop* diangkat dengan menggunakan *hooke crane*
- 3) Setelah posisi *stand* sudah tepat pada *suport stand*, turunkan pelan-pelan hingga dasar *suport stand*
- 4) Pasang *joint coupling roll stand* dan kerasi dengan *bolt coupling*
- 5) Pasang *hose oil balancing* dan buka *valve* nya
- 6) Pasang *entri*, *guide*, *exit guide* di *stand* yang sudah siap, dimana jarak *entri guide* dengan *roll stand* adalah 2 mm, dan sisi atas bawah harus simetris
- 7) Kerasi *roller guide* dan *exit* dengan *bolt clamp*
- 8) Lakukan *controlling* kembali dengan cara pengecekan standar pemasangan yang benar menurut SNI dan perhitungan lainnya. Jika terdapat selisih dari jarak sebenarnya, periksa dan perbaiki kembali agar tidak mudah rusak.
- 9) Pastikan *caliber roll* atas dan bawah tidak bergeser

- 10) *Setting gap roll* dimana harus simetris antara kanan dan kiri
- 11) Posisikan *hose* pendingin *roll* pada *caliber* yang digunakan, di bagian *roll* atas dan *roll* bawah, agar *caliber* tidak mudah aus
- 12) Putar *roll stand* dan *setting gap roll* sesuai dengan *gap* yang telah distandarkan
- 13) *Roll* siap dijalankan

b. *Operation Procedure Hot Cut*

- 1) Sebelum pemasangan di *Hot Cut*, pastikan standarisasi pemasangan tepat. Standarisasi tersebut telah mengikuti aturan SNI. Perlu ada satu operator yang bertugas dalam pengecekan pemasangan
- 2) Periksa kondisi *blade* / pisau kalau udah tumpul harap di ganti.
- 3) Pasang *pinching roll* sesuai dengan kaliber yang di butuhkan
- 4) Setelah *pinching roll* terpasang, dilanjutkan dengan pemasangan *runner* sesuai dengan *caliber*.
- 5) *Runner* setelah *pinching roll* harus terpasang dengan keras supaya tidak goyang.
- 6) Sebelum dipasang kembali dengan komponen lainnya, lakukan *controlling* kembali dengan melakukan pengecekan standarisasi pemasangan, apakah jarak dan sudutnya sudah sesuai atau belum.
- 7) *Setting gap pinching roll* dengan material yang sudah di sediakan
- 8) Pasang tempat pipa *deviating* dan selang hidroliknya.
- 9) *Setting* pipa *deviating* agar posisi saat pemotongan tidak ada masalah.
- 10) Cek keadaan / kondisi *brake cluth*. Jika sudah aus harap di ganti
- 11) Buka *valve* angin.
- 12) Operator pulpit 2 harap menghidupkan motor di *hot cut* untuk di putar
- 13) setelah motor di putar , coba potong dengan manual untuk memastikan tidak terjadi masalah di *hot cut*
- 14) Pastikan sudut siku / arm hot cut $\pm 45^\circ$.
- 15) Setelah selesai dengan urutan di atas, mencoba pemotongan dengan mode otomatis.



Gambar 6. 2 Value Stream Mapping Future setelah dilakukan Improvement

6.3 Control

Merupakan tahapan akhir dari fase DMAIC *Six Sigma*, dimana pada tahapan ini akan dilakukan *monitoring* atau pengawasan alternatif perbaikan yang telah dipilih berdasarkan fase *improvement* yang telah dilakukan dan *Operation Procedure* baru yang telah ditetapkan.

6.3.1 Monitoring Alternatif Perbaikan

Dalam melakukan pengawasan alternatif perbaikan dan *Operation Procedure* baru, diperlukan penerapan berupa PDCA (*Plan* , *Do*, *Check*, *Action*). Berikut merupakan PDCA yang diterapkan :

Gambar 5. 21 *Plan* dan *Do* yang diterapkan untuk *Operation Procedure Mill Line* dan *Hot Cut*

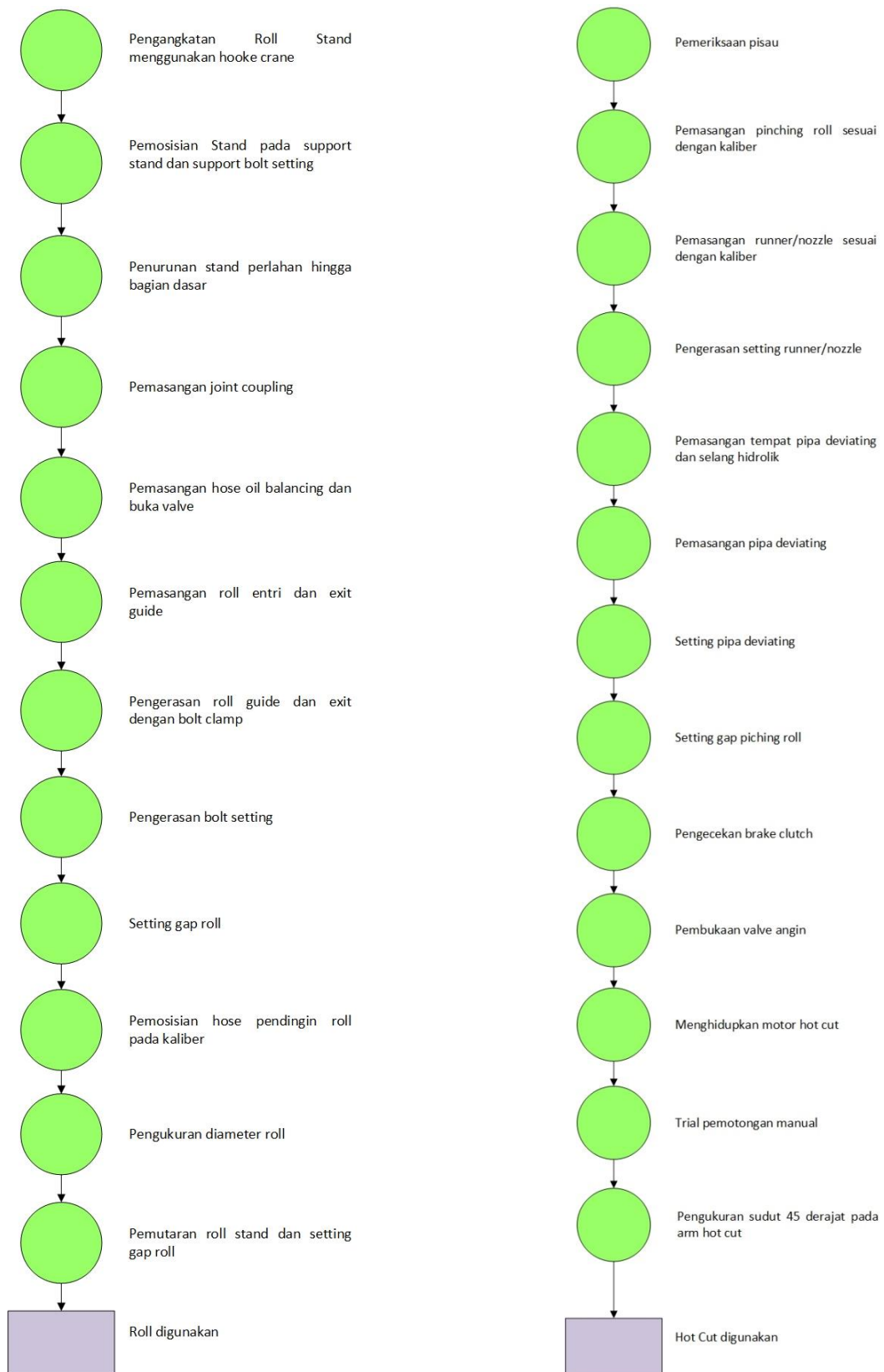
Keterangan	Plan	Do
<i>Operation Procedure Mill Line</i>	<ul style="list-style-type: none"> Dokumentasi mengenai <i>controlling</i> Operation Procedure. a. Bisa menggunakan <i>checksheet</i> dan diberikan langsung kepada bagian <i>pulpit</i> agar bisa melakukan <i>improvement</i> b. Terdapat dokumentasi berupa foto, hal ini bertujuan sebagai bukti bahwa kerusakan/<i>delay/trouble</i> di area tersebut benar adanya <i>Greasing</i> dilakukan setelah 75 <i>billet</i> dikerjakan <i>Controlling Maintenance</i> dilakukan penjadwalan selama 3x dalam 1 <i>shift</i>. Hal ini dapat berupa : <ul style="list-style-type: none"> a. Pengecekan komponen apakah sudah aus atau belum 	<ul style="list-style-type: none"> Dokumentasi baik secara <i>checksheet</i> dan foto Melakukan prosedur pemasangan dan operasi sesuai <i>Operation Procedure</i> Segala alat, komponen, dan hal lainnya yang berhubungan dengan pergantian komponen maupun <i>greasing</i>, disiapkan di tempat sebelum target <i>billet greasing</i> tercapai. (Misal, jika target <i>greasing</i> adalah 75 <i>billet</i>, maka ketika sudah menuju 65 <i>billet</i>, semua alat dan bahan sudah harus disediakan) <i>Controlling</i> setiap 2-3 jam, bisa dilakukan dengan orang yang sama dalam 1 <i>shift</i>, bisa juga melakukan penjadwalan dengan orang yang berbeda.

Tabel 6. 57 (lanjutan) *Plan* dan *Do* yang diterapkan untuk Operation Procedure *Mill Line* dan *Hot Cut*

Keterangan	Plan	Do
Operation Procedure <i>Mill Line</i>	b. Jarak/gap, sudut yang dihasilkan	
Operation Procedure <i>Hot Cut</i>	<ul style="list-style-type: none"> Dokumentasi mengenai <i>controlling</i> Operation Procedure. a. Bisa menggunakan <i>checksheet</i> dan diberikan langsung kepada bagian <i>pulpit</i> agar bisa melakukan <i>improvement</i> b. Terdapat dokumentasi berupa foto, hal ini bertujuan sebagai bukti bahwa kerusakan/<i>delay/trouble</i> di area tersebut benar adanya <i>Greasing</i> dilakukan di area <i>roll</i>, khususnya pisau dan <i>runner</i>, dengan aturan yang sama yaitu setelah 75 <i>billet</i> dikerjakan <i>Controlling Maintenance</i> dilakukan penjadwalan selama 3x dalam 1 <i>shift</i>. Hal ini dapat berupa : <ul style="list-style-type: none"> Pengecekan komponen apakah sudah aus atau belum Jarak/gap, sudut yang dihasilkan 	<ul style="list-style-type: none"> Dokumentasi baik secara <i>checksheet</i> dan foto Melakukan prosedur pemasangan dan operasi sesuai Operation Procedure Segala alat, komponen, dan hal lainnya yang berhubungan dengan pergantian komponen maupun <i>greasing</i>, disiapkan di tempat sebelum target <i>billet greasing</i> tercapai. (Misal, jika target <i>greasing</i> adalah 75 <i>billet</i>, maka ketika sudah menuju 65 <i>billet</i>, semua alat dan bahan sudah harus disediakan) <i>Controlling</i> setiap 2-3 jam, bisa dilakukan dengan orang yang sama dalam 1 <i>shift</i>, bisa juga melakukan penjadwalan dengan orang yang berbeda.

Tabel 6. 58 *Check* dan *Action* yang diterapkan untuk Operation Procedure *Mill Line* dan *Hot Cut*

Keterangan	Check	Action
OPERATION PROCEDURE <i>Mill Line</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan dilakukan dengan melihat berapa banyak <i>defect</i> yang dihasilkan, <i>missroll</i> dan <i>delay time</i> yang dihasilkan • Pengecekan dilakukan berdasarkan standarisasi yang diterapkan (seperti aturan jarak, gap, sudut, dsb) dan prosedur yang tertulis 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi terkait <i>re-design</i> Operation Procedure dan <i>improvement</i> yang telah dibuat
OPERATION PROCEDURE <i>Hot Cut</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengecekan dilakukan dengan melihat berapa banyak <i>missroll</i> yang dihasilkan, <i>delay time</i> yang dihasilkan • Pengecekan dilakukan berdasarkan standarisasi yang diterapkan (seperti aturan jarak, gap, sudut, dsb) dan prosedur yang tertulis 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi terkait <i>re-design</i> Operation Procedure dan <i>improvement</i> yang telah dibuat



Gambar 6. 3 OPC pada Prosedur lama Proses di *Mill Line*
 Gambar 6. 4 OPC pada Prosedur lama Proses di *Hot Cut*

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 7

SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab 7 ini akan dijelaskan mengenai simpulan dan saran dari pengerjaan penelitian secara keseluruhan. Simpulan terdiri dari poin-poin yang menjawab tujuan, sedangkan saran terdiri dari rekomendasi untuk perusahaan dan penelitian berikutnya.

7.1 Simpulan

Secara keseluruhan, berikut adalah simpulan yang didapat, dimana menjawab tujuan yang telah ditetapkan di bab 1 :

1. PT. Hanil Jaya Steel adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, khususnya baja beton. Proses produksi dimulai dari *Re-Heating Furnace*, kemudian dilanjutkan dengan *Rolling* di *Mill Line*, proses penyepuhan/*quenching* di *Temp Core*, proses penekanan di *pinching roll*, proses pemotongan di *Flying Shear* dan dilanjutkan di *Tail Break*. Proses terakhir adalah *cooling bed* untuk memotong lebih kecil dan mengantarkan ke area *packaging* untuk diikat. Selain itu, proses di PT. Hanil Jaya Steel ada yang bersifat semi otomasi dan ada yang bersifat manual.
2. Berdasarkan *waste* yang diidentifikasi menggunakan *Lean*, *waste* yang perlu diperbaiki terlebih dahulu adalah *defect*, mengingat *defect* memberikan dampak pada *waste* lain dan memberikan kerugian secara finansial. Selain itu, *defect* juga dapat menurunkan nilai *sigma*, terbukti nilai *sigma* awal adalah 4,62.
3. Berdasarkan Pareto *Chart* dan P-*Chart* yang dilakukan, CTQ tertinggi jatuh pada *Stand 15* dengan jenis *defect* garis. Permasalahan yang terjadi di *stand 15* ternyata dapat memberikan dampak pada proses lain, yaitu tingginya *missroll* pada *Hot Cut*. Sehingga masalah yang paling kritis adalah *stand 15*, dimana harus diselesaikan terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan penyelesaian masalah di *Hot Cut*
4. Selain dampak yang ditimbulkan dari kerusakan mesin adalah kerugian finansial yang dihasilkan. Kerugian finansial dari *defect* yang ditimbulkan adalah

Rp. 204.988.040.717,00. Kerugian ini dilihat dari segi penggunaan gas, listrik, material, dan *loss time opportunity* yang terjadi akibat *delay* dan *trouble time*. Sehingga perlu ditemukan rekomendasi dalam meminimalisir kerugian yang dihasilkan.

5. Rekomendasi yang dapat diberikan berdasarkan perhitungan *Value Engineering* adalah dengan menggunakan alternatif perbaikan berupa *setting greasing*, dimana *greasing* dilakukan setiap 75 *billet* dikerjakan. Hal ini dapat menurunkan kerugian finansial secara keseluruhan sebesar 23% untuk gas, 13% untuk listrik, 21% untuk material, dan 24% untuk *loss time opportunity*, yaitu Rp. 49.403.169.864, serta dapat meningkatkan nilai *sigma* yaitu 4,71.

7.2 Saran

Secara keseluruhan, berikut adalah saran yang diberikan setelah dilakukan penelitian :

7.2.1 Saran untuk perusahaan

1. *Operation Procedure* yang telah dibuat, alangkah lebih baik jika diterapkan dan dilakukan *controlling*. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa proses produksi yang dilakukan dapat berjalan dengan baik.
2. Sering dilakukan dokumentasi agar jika sewaktu-waktu terdapat kendala dalam proses produksi, dokumentasi tersebut dapat berguna sebagai acuan dalam perbaikan. Dokumentasi disini tidak hanya berupa data-data *checksheet*, namun bisa berupa foto atau video.

7.2.2 Saran untuk penelitian selanjutnya

1. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan hasil penelitian berupa *Lean Six Sigma*, khususnya dalam fase *Controlling*. Hal ini bertujuan agar proses produksi yang dijalankan bersifat *sustain*.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan hasil penelitian yang berfokus pada standarisasi prosedur pada proses produksi. Hal ini berguna agar *defect* yang dihasilkan dapat berkurang, serta operator disiplin dalam mengerjakan prosedur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- (IPPC), I. P. (2001). Cold Roll Mill. Dalam *Ferrous Metal processing* (hal. 38-39). *100x100,120x120,130x130,150x150 Dimensions and 3sp,5sp,Q235,Q275,Grade 60 Grade steel billet price*. (t.thn.). Dipetik December 2, 2018, dari Alibaba: https://www.alibaba.com/product-detail/100x100-120x120-130x130-150x150-Dimensions-and_60826046899.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.48a0259e0uzWaW&s=p&bypass=true
- (1995). What is Pareto Chart? Dalam *Pareto Chart Plain and Simple* (hal. 10-15). Joined Associates Incorporated.
- Mengenal 5 Fase Problem Solving dalam Lean Six Sigma*. (2015, Juni 9). Dipetik November 30, 2018, dari Shift Indonesia: <http://shiftindonesia.com/mengenal-5-fase-problem-solving-dalam-lean-six-sigma-2/>
- What is Six Sigma?* (2018, October). Dipetik October 16, 2018, dari iSix Sigma: <https://www.isixsigma.com/new-to-six-sigma/getting-started/what-six-sigma/>
- Admin. (2014, November 18). *Six Sigma Tools: DPU, DPMO, PPM and RTY*. Dipetik Oktober 16, 2018, dari Six Sigma Daily: <https://www.sixsigmadaily.com/dpu-dpmo-ppm-and-rty/>
- Agus. (t.thn.). *Gaji UMR Sidoarjo 2019*. Dipetik December 10, 2018, dari Gaji UMR: <http://www.gajiumr.com/gaji-umk-sidoarjo/>
- ASQ Quality Press. (2018). *FAILURE MODE & EFFECTS ANALYSIS (FMEA)*. Dipetik December 5, 2018, dari Learn About Quality: <https://asq.org/quality-resources/fmea>
- Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi. (t.thn.). *Penetapan Harga Gas Bumi Wilayah Surabaya-Gresik*. Dipetik December 1, 2018, dari BPH Migas: <http://www.bphmigas.go.id/penetapan-harga-gas-bumi-wilayah-surabaya-gresik>
- GoLeanSixSigma.com. (t.thn.). *Value Stream Map*. Dipetik November 30, 2018, dari Go Lean Six Sigma: <https://goleansixsigma.com/value-stream-map/>

- Grease Bearing 30303*. (t.thn.). Dipetik December 20, 2018, dari Bukalapak: https://www.bukalapak.com/products?utf8=%E2%9C%93&source=navbar&from=omniseach&search_source=omniseach_keyword&search%5Bhashtag%5D=&search%5Bkeywords%5D=Grease+Bearing+30303
- Groover, M. P. (2014). *Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Process, and System*.
- Harga Besi Beton Per Kg Desember 2018 + Tabel Berat Besi SNI*. (t.thn.). Dipetik December 1, 2018, dari Harga Super: <http://hargasuper.com/harga-besi-beton-per-kg>
- (t.thn.). Introduction of Lean Manufacturing. Dalam *Lean Manufacturing* (hal. 9-10).
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). Plan Do Check Action. Dalam *The Toyota Way Fieldbook Indonesian Version* (hal. 387-398). PT. Gelora Aksara Pratama.
- Locher, D. A. (2008). Applying VSM to the Development Process. Dalam *Value Stream Mapping for Lean Development* (hal. 1-2). CRC Press Taylor & Francis Group.
- McCormac, J. C. (2003). Mutu baja tulangan. Dalam *Desain Beton Bertulang* (hal. 26-27). John Wiley & Sons, Inc.
- Meisenheimer, C. G. (1997). Linking Quality Improvement, Outcome Research, and Program Evaluation. Dalam *Improving Quality : A Guide to Effective Programs* (hal. 186). Gaithersburg: ASPEN PUBLICATION.
- Milne, I., Ritchie, R., Karihaloo, B., & Murakami, Y. (2003). Fatigue Limit of Unnotched Component. Dalam *Comprehensive Structural Integrity: Cyclic loading and fatigue* (hal. 43-45).
- Montgomery, D. C. (2009). Process and Measurement System Capability Analysis. Dalam *Statistical Quality Control 6th Edition* (hal. 345-355). John Wiley & Sons, Inc.
- Schaeffler AG. (t.thn.). *30303-A - Tapered roller bearings*. Dipetik December 5, 2018, dari Medias Schaeffler: https://medias.schaeffler.com/medias/en!hp.ec.br.pr/303*30303-A
- Selang air Nozzle*. (t.thn.). Dipetik December 20, 2018, dari Bukalapak: <https://www.bukalapak.com/products?utf8=%E2%9C%93&source=navbar>

&from=omnisearch&search_source=omnisearch_keyword&search%5Bhashtag%5D=&search%5Bkeywords%5D=selang+air+mesin+roll

- Stamatis, D. (2003). FMEA : A General Overview. Dalam *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* (hal. 1-10). ASQ Quality Press.
- Suwandi. (2018, September 29). *CTQ Tree*. Dipetik October 15, 2018, dari Six Sigma Indonesia: <http://sixsigmaindonesia.com/ctq-tree/>
- Tetteh, E. G. (2015). Manufacturing Production Companies can Gain Strategic Global Advantage Using Lean Six Sigma. Dalam *Lean Six Sigma Approaches in Manufacturing, Service, and Production* (hal. 174-193). West Virginia: Potomac State College of West Virginia University, USA.
- Thelning, K. E. (1984). Hardening and tempering of tools steel. Dalam *Steel and Its Heat Treatment* (hal. 369-571). buttenworth heinemann.
- Wicaksono, P. E. (2018, April 3). *PLN Pastikan Tarif Listrik Tak Naik pada April 2018, Ini Daftarnya*. Dipetik December 2, 2018, dari Liputan 6: <https://www.liputan6.com/bisnis/read/3423729/pln-pastikan-tarif-listrik-tak-naik-pada-april-2018-ini-daftarnya>
- Younker, D. E. (2003). *Value EGINEERING : Analysis and Methodology*. Marcel Dekker Inc.

LAMPIRAN

Lampiran A

Rekapitulasi *defect* bulan Januari – Juni 2018

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3) SEMESTER 1 (JAN-2018)

TGL	SIZE	IDENTIFIKASI	INVESTIGASI	TINDAK LANJUT	JUMLAH (ton)	TOTAL BILLET (ton)	(%)
04	S16	Hasil Kempung Hasil Nggaris	Start (percobaan) prod. Entry ST 13 aus	Setel gap serta atur loop Ganti entry ST 13	1,73	2,732	0,24
05	S16	Hasil Nggaris Hasil Mluntir	Roll guide ST 16 mati Entry Stand 17 aus	Ganti Roll guide Stand 16 Ganti entry stand 17	2,06		
06	S16	Hasil Nggaris	Roll Guide Stand 13 rusak Entry Stand 13 aus	Ganti Roll Guide Stand 13 Ganti entry stand 13	2,89		
08	S19	Hasil Kempung Hasil Mluntir Hasil Nggaris	(Perfcobaan) setelah size 16 Roll Guide Stand 15 aus Roll Guide Stand 12 mati	Setel gap & atur loop Ganti Roll Guide stand 15 Ganti Roll Guide Stand 12	4,73	2158	0,39
09	S19	Hasil Dia kecil	Gap tidak stabil	Atur ulang gap	2,55		
10	S19	Hasil Kempung Hasil Nggaris	Gap tidak stabil Roll Guide Stand 13 aus	Atur ulang gap Ganti Roll Guide Stand 13	1,28		
11	S19	Hasil Mluntir	Roll Guide Stand 15	Ganti roll guide stand 15	2,03		
13	S32	Hasil Kempung Hasil Dia Kecil	(Percobaan) setelah size 19 Gap tidak stabil	Atur ulang Loop Atur ulang Gap	1,46	1952	0,07
15	S25	Hasil Glebak (Kempung)	Roll Guide Finish aus	Ganti Roll Guide Finsih	0,36	2356	0,01
TOTAL					19,09	9198	0,20

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (PEB-2018)

TGL	SIZE	IDENTIFIKASI	INVESTIGASI	TINDAK LANJUT	JUMLAH (ton)	TOTAL BILLET (ton)	(%)
07	S32	Hasil Dia kecil Hasil Glebak (Kempong) Hasil Non T/C	Start (Percobaan) Produksi Roll Guide Finish aus Temp Air T/C Drop	Atur ulang Gap Ganti Roll Guide Finsih Isi penuh air T/C	4,23	2,155	0,36
08	S32	Hasil Nggaris Hasil Nggaris	Entry Stand 7 aus Roll Guide Stand 7 mati	Ganti entry stand 17 Ganti roll guide stand 7	3,73		
10	P36	Hasil Dia kecil	(Percobaan) setelah S32	Atur ulang gap	1,83	317	0,57
11	S13	Hasil Kempong Hasil Dia kecil	(Percobaan) setelah P36 Gap tidak stabil	Atur ulang gap Buka gap roll ST 14,15,16	7,87	1609	0,53
12	S13	Hasil Kempong	Loop tidak stabil	Atur ulang looper	0,80		
16	S22	Hasil Dia kecil	Gap tidak stabil	Atur ulang gap	2,55	1546	0,16
18	S32	Hasil Kempong Hasil Glebak	(Percobaan) setelah S22 Entry stand 15 aus	Setting ulang gap Ganti entry stand 15	8,62	869	1,11
19	S32	Hasil Mluntir	Entry stand 15 tidak stabil	Perbaikan entry stand 15	1,05		
20	S29	Hasil Non T/C	Pompa Air T/C mati	Perbaikan pompa air T/C	0,97	653	0,14
21	S16	Hasil Kempong Hasil Nggaris	(Percobaan) setelah S29 Entry Stand 13 aus	Atur ulang Gap & Looper Ganti entry stand 13	3,84	3,001	0,52
22	S16	Hasil Nggaris	Entry stand 11 aus	Ganti entry stand 11	2,34		
23	S16	Hasil Nggaris	Setelah ganti entry ST 15 Setelah ganti entry ST 13	Setting ulang entry ST 15 Setting ulang entry ST 13	7,08		
24	S16	Hasil Nggaris	Setelah ganti entry ST 13	Setting ulang entry ST 13	2,48		
25	S19	Hasil Kempong Hasil Nggaris	(Percobaan) setelah S16 Setelah ganti entry ST 10-15	Atur ulang Looper & Gap Setting ulang entry	1,97	1720	1,11
26	S19	Hasil Nggaris (Sore & Malam)	Setelah ganti entry ST 13, 15 (shift sore & shift malam)	Setting ulang entry ST 13, 15	15,05		
27	S19	Hasil Mluntir	Entry & R/G Stand 15 mati	Ganti entry & R/G ST 15	2,13		
TOTAL					66,55	11870	0,56

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (MAR-2018)

TGL	SIZE	IDENTIFIKASI	INVESTIGASI	TINDAK LANJUT	JUMLAH (ton)	TOTAL BILLET (ton)	(%)
03	S22	Marking cuil	Entry stand 15 rusak	Ganti (geser) entry ST 15	5,20	803	0,64
04	S32	Hasil nggaris	(Percobaan) setelah S22	Setting ulang ganti entry Stand 5	4,82	2661	0,26
05	S32	Hasil nggaris	Entry stand 15 rusak	Ganti entry stand 15	4,82		
06	S32	Hasil nggaris	Entry stand 7 rusak	Ganti entry stand 7 (2x)	0,88		
08	S25	Hasil kempung	(Percobaan) setelah S32	Atur ulang looper	0,39	2214	0,18
09	S25	Hasil nggaris Hasil glebak	Setelah ganti entry stand 15 Setelah ganti entry stand 15	Ganti lagi entry ST 15 Setting ulang entry ST 15	3,69		
12	S32	Hasil nggaris	Setelah geser cal. ST 15	Ganti entry stand 7 dan 15	1,63	1642	0,14
13	S32	Hasil nggaris	Entry guide stand 7 aus	Ganti entry stand 7	0,66		
14	S19	Hasil kempung Hasil nggaris & mluntir	Material loop di ST 2-3 Material loop di ST 14-15	Atur ulang looper Atur ulang looper	5,28	981	0,82
15	S19	Hasil nggaris Hasil nggaris	Setelah geser stand 15 Setelah geser stand 15	Setting ulang stand 15 & Ganti entry 11 Setting ulang stand 15 & Ganti entry stand 9	2,84		
25	P25	Hasil dia kecil Hasil Kempung	Percobaan (start) produksi Loop naik	Atur ulang looper Atur ulang looper	8,46	443	1,90
27	S13	Hasil kempung	(Percobaan) setelah S25	Setting looper dan lain-lain	0,15	1609	0,01
30	S16	Hasil kempung	(Percobaan) setelah S13	Setting ulang gap dan looper	1,02	736	0,26
31	S16	Hasil kempung	Gap dan looper tidak stabil	Setting ulang gap dan looper	0,93		
TOTAL					37,13	11,089	0,33

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (APR-2018)

TGL	SIZE	IDENTIFIKASI	INVESTIGASI	TINDAK LANJUT	JUMLAH (ton)	TOTAL BILLET (ton)	(%)
01	S16	Hasil nggaris	Entry stand 16 tidak stabil Entry ST 11,13,15 tidak stabil	Ganti entry stand 16 Ganti entry stand 11,13,15	12,88	757	1,70
02	S19	Hasil kempong	(Percobaan) setelah S16	Setel ulang gap dan looper	0,91	1402	0,23
03	S19	Hasil mluntir	Roll guide finish tidak stabil	Ganti R/G finish & entry ST 13	1,04		
04	S19	Hasil mluntir	Setelah geser/ganti ST 17	Setting dan ganti entry ST 17	1,38		
05	S32	Hasil dia kecil	(Percobaan) setelah P32	Setel ulang Gap dan looper	8,64	289	2,98
TOTAL					24,85	2448	1,01

Lampiran B

Rekapitulasi *defect* bulan Juli-Desember 2018

**IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (JUL-2018)**

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
10	D32	12.20	Pending 384 pcs : material kempong	12.20	Mematikan loop dan menaikkan gap	13.45	Material normal kembali		384	
			Diameter kecil							
			QC udah berhenti proses, tapi masih tetap diameter kecil							
	P36	17.30	Diameter kecil (D:34,79 dan D:35,12)	17.35	Buka gap roll stand 4 dan 5	18.00	Hasil produksi aman			
			Pending 2 bdl (percobaan)							
		06.35	Pending 160 pcs		Setting entry		Produksi jalan pelan-pelan dan diameter ok		160	
			Diameter kecil (35,23) setelah ganti entry							
11	D25	21.10	Garis [Pending 24 pcs]	21.15	Ganti entry stand 11	21.20	Hasil produksi ok		24	525,6
12	D25	05.15	Material garis		Ganti entry stand 15 dan setting stand 9		Material baik		93	1708,2
15	D25		Material garis karena std 11 mati		Ganti entry stand 11		Material baik		42	1051,2
17	D25	03.00	Material garis		Ganti roll guide std 11		Material normal kembali		65	1138,8
			Roll guide std 11							

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
			mati							
18	D16	21.10	Material jelek berupa garis		Setting entry	21.20	Material garis sudah tidak ada		150	1710
			Pending 150 pcs							
		16.30	Percobaan D16 berupa garis pecah		Setting ulang roll mill stand 8-16		Material baik	120	591	2160
			Diameter kecil							
			Reject 120 pcs							
19	D16	08.40	Loop narik material garis	08.45	Atur loop	08.45	produksi baik		47	360
		21.50	Material kempung		Setting looper dan roll mill		Material ok		30	180
			Material garis [Pending 109 pcs]		Ganti roll guide std 13,15,17		Material normal kembali		109	576
					Geser kaliber std 17					
20	D16	13.15	Material kempung [Pending 52 pcs]		Atur loop		Hasil ok		52	936
			Potongan no 13 panjang pendek banyak yg terbuang							
			Material merah [pending 116 pcs]		Tunggu air stand nyala dan ganti entry		Material ok	54	116	
			Reject 54 pcs karena mluntir							
		02.30	Material merah [YP: 4251, TS: 5541, EL: 1875]		Naikkan pressure dan valve air TC				165	
23	D16	06.20	Hasil produksi garis, pending 113 pcs		Ganti entry guide roll stand 15		Hasil produksi normal		113	558
24	D16	09.00	Diameter kecil		Menaikkan gap stand				600	

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
			Kempung		dan loop					
25	D16	14.50	Material garis [Stop QC, Pending 262 pcs]		Ganti entry 15-17		Pergantian shaf		262	882
27	D19	14.50	Material marking mepet		Geser stand 16		Pergantian shaf		1050	
		17.15	Material garis		ganti roll guide stand Geser kaliber finish		Material ok		149	2746,8
		19.00	Material marking lengket						48	
		00.15	Material kempung Std 15 overspeed		18Atur speed roll std 15		Hasil ok		68	1713,6
28	D19	08.15	Marking lengket		Geser stand 15				975	
		09.30	Marking lengket							
		11.00	Marking lengket							
		12.10	Marking lengket							
		17.50	Marking lengket		Geser kaliber finish				210	
		05.35	Marking lengket		Geser kaliber std 15	05.45	Material ok		156	
29	D19	12.10	Marking lengket		Geser std 15				200	
		16.30	Diameter kecil	16.35	Buka gap roll Std 12,13,14		Hasil produksi normal			
					Atur loop pulpit 2					
		23.45	Material kempung	23.50	Buka gap		Hasil produksi ok	40		1008
		01.45	Marking lengket	01.50	Geser kaliber		Hasil produksi ok		154	
		03.25	Material nguping	03.30	Ganti roll std 15		Hasil produksi ok			
30	D19	07.45	Material mluntir (reject 18 pcs)		Ganti roll guide finish			18		453,6
	S22	12.30	Material reject 29 pcs	12.35	Air mati			29		730,8
TOTAL								261	6013	18438,6

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (AGT-2018)

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
2	P36	11.45	Material mluntir		Ganti roll guide finish	11.55	Material ok		15	
		15.55	Diameter kecil (35,21)	16.00	Atur loop + buka gap	16.10	Diameter normal			
		20.05	Diameter kecil (35,24)	20.10	Buka gap	20.15	Diameter normal			
TOTAL									15	

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)**SEMESTER 1 (SEP-2018)**

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
18	D25	09.00	Diameter kecil (24,2)	09.10	Buka roll std 16,16 loop dinaikkan	09.10	Hasil produksi normal			
		02.30	Material kempung		Naikkan gap		Material normal kembali	4		172,8
		TOTAL						4		172,8

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (OKT-2018)

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
6	D25	10.00	Hasil tes YP,TS rendah		Perbaikan sambil jalan				50	
					Atur pressure air TC					
19	P32		Ekor di CB jadi panjang pendek							
20	D16	16.55	Material garis		Ganti entry std 16		Material ok	60		360
		17.35	Material mluntir		Ganti entry std 17			30		540
		18.30	Material mluntir		Ganti entry std 17			30		540
30	D16	07.50	Hasil produksi mluntir	08.00	Perbaikan sambil jalan	09.45	Hasil produksi kembali normal		513	2682
		12.30	Hasil produksi mluntir	12.35	Ganti entry guide std 17	13.00	Hasil produksi kembali normal		405	3654
		18.00	Diameter kecil		Perbaikan sambil jalan		Hasil material ok		600	
	D13	00.20	Material mluntir	00.25	Ganti roll guide finish	04.45	Material ok	43		774
31	D13	01.20	Material kempong	01.25	Naikkan gap atau loop		Material ok		120	2160
TOTAL								163	1688	10710

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (NOV-2018)

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah Reject (pcs)	Jumlah Pending (pcs)	Jumlah Reject (kg)
2	S25	11.00	Material kempong + diameter kecil	11.00	Setting sambil jalan	11.15	Material ok	44		1620,6
		14.30	Material garis	14.30	Stand 11 trip	11.15	Material ok	3	50	438
		03.20	Material glebak/kempong	03.20	Ganti entry guide finish		Material ok	20		
10	S13	15.40	Material kempong	15.50	Perbaikan guide		Material ok		80	849,72
		22.25	Material kempong + loop narik	22.35	Perbaikan posisi loop				95	
15	S25	04.00	Material glebak/kempong		Setting entry std 15 dan ganti entry std 15		Material ok	21		
		04.35	Material glebak/kempong						70	
		05.45	Material glebak/kempong						104	1533
TOTAL								88	399	6368,52

IDENTIFIKASI PENYIMPANGAN PRODUKSI (RM-3)
SEMESTER 1 (DES-2018)

TGL	SIZE	Jam	Penyimpangan	Jam	Tindakan	Jam	Realisasi	Jumlah <i>Reject</i> (pcs)	Jumlah <i>Pending</i> (pcs)	Jumlah <i>Reject</i> (kg)
3	S13	8.40	Material merah tanpa TC					0	55	
8	S16	10.35	Material glebak/kempong	10.40	Ganti roll guide finish		Material ok	48	60	604,8
9	S16	8.30	Hasil produksi mluntir + loop narik	8.35	Loop dinaikkan	8.40	Hasil baik	50	50	630
17	S16	15.30	Material kempong	15.30	Perbaikan looper	15.40	Material ok	30		378
		16.00	Material semi mluntir	16.00	Ganti roll guide finish	16.10	Material ok	13	53	163,8
18	S16	15.45	Material kempong	15.50	Perbaikan posisi loop		Material ok	44		554,4
		21.00	Material kempong	21.05	Perbaikan posisi loop		Material ok	7	59	88,2
19	S16	2.30	Material narik, kempong		Atur loop	2.40	Hasil ok	78	105	982,8
TOTAL								270	382	3402

Lampiran C

Perhitungan Excel Frekuensi Kerusakan pada *Stand*

Stand	Jumlah frekuensi Reject (Jan-Des)	Jumlah	Rank
Stand 1	0	0	10
Stand 2	0	0	10
Stand 3	0	0	10
Stand 4	0	0	10
Stand 5	1	1	9
Stand 6	0	0	10
Stand 7	3	3	6
Stand 8	0	0	10
Stand 9	0	0	10
Stand 10	0	0	10
Stand 11	9	9	4
Stand 12	0	0	10
Stand 13	10	10	3
Stand 14	2	2	7
Stand 15	26	26	1
Stand 16	2	2	7
Stand 17	22	22	2
Stand 18	0	0	10
Stand 19	5	5	5
TOTAL Frekuensi DEFECT		80	

Lampiran D

Perhitungan Excel Jenis *defect* yang dihasilkan

Jenis Reject	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah	Rank
Garis	2	4	6	1	0	0	10	0	0	1	1	0	25	1
Kempong	1	2	4	1	0	0	3	0	1	1	4	5	22	2
Nguping	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Mluntir	1	2	0	2	0	0	1	0	0	5	0	2	13	3
Garis + Kempong	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4
Garis + Mluntir	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Garis + nguping	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Garis + kempong + mluntir	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Kempong + Nguping	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7
Diameter Kecil	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5
Dia kecil + garis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7
Dia kecil + kempong	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6
Dia kecil + mluntir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Dia kecil + nguping	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Dia kecil + mluntir + kempong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Property test	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7
Marking cuil	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Non T/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Diameter Kecil + kempong + Non T/C	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7

Lampiran E

Data kerusakan pada *Hot Cut*

Jenis Mesin	Jenis Sub Fail	Jenis Frekuensi			Rank	
		Trouble	Missroll	Menit	Trouble	Missroll
Hot Cut 4	MAT NABRAK TALANG F/ S 4	2	2	9	4	5
	EKOR TERTINGGAL POTONG SS1	1	1	5	7	14
	NABRAK EKOR DI TALANG TB 1	1	1	15	7	14
	MATERIAL NABRAK	3	4	5	3	3
	F/S POTONG LANGSUNG NGELOOP	4	7	6	2	2
	TROUBLE TIME TIDAK DI HITUNG	1	1	17	7	14
	MATERIAL NABRAK TALANG F/S 3	1	2	28	7	5
	MAT BABLAS /LOS	1	2	27	7	5
	EKOR NGELOOP	2	4	7	4	3
	MATERIAL/BILLET MACET	6	11	12	1	1
	MAT MACET HOT CUT	1	1	6	7	14
	EKOR TERTINGGAL	2	2	5	4	5
	MATMACET DI PIPA TB 1	1	1	26	7	14
	MATERIAL MACET HOT CUT	1	2	5	7	5
	F/S POTONG 2 X	1	1	24	7	14
	TROBLE DI FS 4	1	2	23	7	5
	MATERIAL NABRAK EKOR MACET DI PIPA DEVIATING	1	1	19	7	14
	F/S POTONG NGELOOP	1	2	15	7	5
	MATERIAL NABRAK TALANG W/T	1	2	6	7	5

Jenis Mesin	Jenis Sub Fail	Jenis Frekuensi			Rank	
		Trouble	Missroll	Menit	Trouble	Missroll
	MAT MACET DI DEVIATING	1	1	5	7	14
	EKOR PECAH	1	2	13	7	5
	MATERIAL/BILLET MACET DI HOT CUT	1	1	21	7	14

Lampiran F

Perhitungan Excel dalam menentukan frekuensi *maintenance* komponen sebagai *action taken*

INTERVAL PERHITUNGAN							
JANUARI	Asumsi :	02/01/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16	3						
std 13	4	4	5				
std 15	6	3					
std 12	6						
std 11							
std 7							
std 17							
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13	2	2					
std 17	3						
std 15	16	1					
std 5							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 7							
std 11							
std 9							
std 16							
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap	2	4	1	1	3		
Setting Loop	2	4	5				
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC	18						

PERHITUNGAN WEIBULL									
JANUARI									
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value
STAND									
Pergantian + Perbaikan Komponen									
Roll guide									
std 16	Exponential						0,3333		
std 13	Lognormal				1,4607	0,1288			-1,9911
std 15	Exponential 2			1,8203			0,2938	-1	-4,0243
std 12	Exponential						0,1667		
std 11									
std 7									
std 17									
std 19									
Roll exit									
Roll entry									
std 13	Weibull 2	1	2						
std 17	Exponential						0,3333		
std 15	Weibull 2	0,8654	7,941						-6,2486
std 5									
std 7									
std 11									
std 9									
std 16									
std 4									

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value
std 8									
Ganti Kaliber									
std 17									
std 16									
std 15									
Setting									
Setting Gap	Lognormal				0,6356	0,6303			-7,4651
Setting Loop	Weibull 2	3,4897	4,0992						-4,836
HOT CUT									
Ganti pipa									
Setting Nozzle									
Setting air TC									
Perbaikan pompa TC	Exponential						0,0556		

INTERVAL PERHITUNGAN							
FEBRUARI	Asumsi :	01/02/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11	6	15					
std 7	7						
std 17							
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13	22	1	2				
std 17	7						
std 15	22	3	1				
std 5							
std 7							
std 11							
std 9							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 16							
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap	6	3	1	5	2	3	4
Setting Loop	11	9	4				
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC	6						
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
FEBRUARI										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11	Lognormal				2,2499	0,6479			-5,9697	11,7025
std 7	Exponential						0,1429			
std 17										
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13	Weibull 3	0,4105	2,9668	0,9825					-6,4309	10,1747
std 17	Exponential						0,1429			
std 15	Weibull 3	0,5387	4,7428	0,905					-8,0332	9,247
std 5										
std 7										
std 11										
std 9										
std 16										
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap	Weibull 2	2,3187	3,8755						-12,9757	3,4337
Setting Loop	Weibull 2	3,2097	8,9797						-7,4199	8,0439
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC	Exponential						0,1667			
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
MARET	Asumsi :	01/03/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11							
std 7							
std 17							
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17							
std 15	2	2	4	3			
std 5	3						
std 7	5	0	6	1			
std 11	14						
std 9	14						
std 16							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap	29	1					
Setting Loop	7	6	11	2	3	1	
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
MARET										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11										
std 7										
std 17										
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17										
std 15	Lognormal				0,9678	0,3382			-4,7104	2,7871
std 5	Exponential						0,3333			
std 7	Weibull 2	1,8337	4,4765						-6,5906	2,9831
std 11	Exponential						0,0714			
std 9	Exponential						0,0714			
std 16										
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap	Weibull 2	0,7125	12,3844						-7,232	15,4186
Setting Loop	Weibull 2	1,4814	5,5433						-15,048	5,0119
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
APRIL	Asumsi :	01/04/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13	2						
std 15							
std 12							
std 11							
std 7							
std 17							
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13	0	2					
std 17	3						
std 15	0						
std 5							
std 7							
std 11	0						
std 9							
std 16	0						

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap	1	3					
Setting Loop	1	3					
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
APRIL										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13	Exponential						0,5			
std 15										
std 12										
std 11										
std 7										
std 17										
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13	Exponential						0,5			
std 17	Exponential						0,3333			
std 15	Exponential						0,0001			
std 5										
std 7										
std 11	Exponential						0,0001			
std 9										
std 16	Exponential						0,0001			
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap	Lognormal				0,5493	0,7768			-2,9314	2,3421
Setting Loop	Lognormal				0,5493	0,7768			-2,9314	2,3421
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
JULI	Asumsi :	01/07/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16	26						
std 13	18						
std 15	18	4	5	1	1		
std 12							
std 11	16						
std 7							
std 17	18						
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17							
std 15	11	11	2				
std 5	9						
std 7							
std 11	10	4					
std 9	11						
std 16	17						

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 4	9						
std 8	17						
Ganti Kaliber							
std 17	18						
std 16	26						
std 15	27	1					
Setting							
Setting Gap	9	14	5				
Setting Loop	9	9	1	4	5		
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC	19						

PERHITUNGAN WEIBULL										
JULI										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16	Exponential						0,0385			
std 13	Exponential						0,0556			
std 15	Weibull 3	0,6998	4,0128	0,7225					-12,5248	5,803
std 12										
std 11	Exponential						0,0625			
std 7										
std 17	Exponential						0,0556			
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17										
std 15	weibull 2	1,8728	8,9553						-8,6439	7,9505
std 5	Exponential						0,1111			
std 7										
std 11	Lognormal				1,8444	0,6479			-5,1588	7,8017
std 9	Exponential						0,0385			
std 16	Exponential						0,0385			
std 4	Exponential						0,1111			

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8	Exponential						0,0385			
Ganti Kaliber										
std 17	Exponential						0,0556			
std 16	Exponential						0,0385			
std 15	Weibull 2	0,7279	11,74						-7,1176	14,3381
Setting										
Setting Gap	Weibull 3	2,8048	10,4645	0,06					-8,0713	9,3787
Setting Loop	Weibull 3	4,5033	12,9539	-6,175					-12,6072	5,6469
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC	Exponential						0,0526			

INTERVAL PERHITUNGAN							
AGUSTUS	Asumsi :	01/08/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11	1						
std 7							
std 17							
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17							
std 15							
std 5							
std 7							
std 11							
std 9							
std 16							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
Ganti Kaliber							
std 4							
std 8							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap	1						
Setting Loop	1						
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
AGUSTUS										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11	Exponential						1			
std 7										
std 17										
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17										
std 15										
std 5										
std 7										
std 11										
std 9										
std 16										
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap	Exponential						1			
Setting Loop	Exponential						1			
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
SEPTEMBER	Asumsi :	01/09/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11							
std 7							
std 17							
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17							
std 15							
std 5							
std 7							
std 11							
std 9							
std 16							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap							
Setting Loop	17						
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
SEPTEMBER										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11										
std 7										
std 17										
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17										
std 15										
std 5										
std 7										
std 11										
std 9										
std 16										
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap										
Setting Loop	Exponential						0,0588			
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
OKTOBER	Asumsi :	01/10/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11							
std 7							
std 17	29						
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17	19	0	10				
std 15							
std 5							
std 7							
std 11							
std 9							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 16	19						
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap	30						
Setting Loop	30						
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC	5						
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
OKTOBER										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11										
std 7										
std 17	Exponential						0,0345			
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17	Weibull 2	3,7382	16,1555						-5,7967	9,7252
std 15										
std 5										
std 7										
std 11										
std 9										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 16	Exponential						0,0526			
std 4										
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap	Exponential						0,0333			
Setting Loop	Exponential						0,0333			
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC	Exponential						0,2			
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
NOVEMBER	Asumsi :	01/11/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11	1						
std 7							
std 17							
std 19	9						
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17							
std 15	14						
std 5							
std 7							
std 11	1						
std 9							
std 16							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap							
Setting Loop	9						
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
NOVEMBER										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11	Exponential						1			
std 7										
std 17										
std 19	Exponential						0,1111			
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17										
std 15	Exponential						0,0714			
std 5										
std 7										
std 11	Exponential						1			
std 9										
std 16										
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap										
Setting Loop	Exponential						0,1111			
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC										

INTERVAL PERHITUNGAN							
DESEMBER	Asumsi :	01/11/2018					
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16							
std 13							
std 15							
std 12							
std 11							
std 7							
std 17	37	9					
std 19							
Roll exit							
Roll entry							
std 13							
std 17							
std 15							
std 5							
std 7							
std 11							
std 9							
std 16							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 4							
std 8							
Ganti Kaliber							
std 17							
std 16							
std 15							
Setting							
Setting Gap							
Setting Loop	38	9	1				
HOT CUT							
Ganti pipa							
Setting Nozzle							
Setting air TC							
Perbaikan pompa TC							

PERHITUNGAN WEIBULL										
DESEMBER										
Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
STAND										
Pergantian + Perbaikan Komponen										
Roll guide										
std 16										
std 13										
std 15										
std 12										
std 11										
std 7										
std 17	Lognormal				2,9041	0,9996			-8,1453	30,0753
std 19										
Roll exit										
Roll entry										
std 13										
std 17										
std 15										
std 5										
std 7										
std 11										
std 9										
std 16										
std 4										

Komponen	Distribusi	Beta	Eta	Gamma	Mean	Std	Lamda	Rho	Lk Value	Mean Life
std 8										
Ganti Kaliber										
std 17										
std 16										
std 15										
Setting										
Setting Gap										
Setting Loop	Weibull 2	0,8147	14,4023						-11,2153	16,1101
HOT CUT										
Ganti pipa										
Setting Nozzle										
Setting air TC										
Perbaikan pompa TC										

Perhitungan *maintenance* menggunakan rumus excel

Rumus Excel :	
Weibull 2	$-1*(AI6/Controlling\ Maintenance\ (Date)!D\$152)^{Controlling\ Maintenance\ (Date)!C\$152} >>> EXP(AI10)$
Weibull 3	$\$A\$6^{(-1*((AE9-Controlling\ Maintenance\ (Date)!E\$144)/Controlling\ Maintenance\ (Date)!D\$144)^{Controlling\ Maintenance\ (Date)!C\$144})}$
Exponetial	$\$A\$6^{(-1*(E9*Controlling\ Maintenance\ (Date)!H\$112))}$
Lognormal	$1-NORMSDIST((LN(AG9-Controlling\ Maintenance\ (Date)!F\$145)/Controlling\ Maintenance\ (Date)!G\$145))$

HASIL AKHIR							
JANUARI							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16	0,368						
std 13	0,718	0,718	0,124				
std 15	0,172	0,414					
std 12	0,135						
Roll entry							
std 13	0,368	0,368					
std 17	0,368						
std 15	0,160	0,847					
Setting							
Setting Gap	0,464	0,117	0,843	0,843	0,231		
Setting Loop	0,922	0,399	0,135				

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
HOT CUT							
Perbaikan pompa TC	0,368						

HASIL AKHIR							
FEBRUARI							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 11	0,760	0,240					
std 7	0,368						
Roll entry							
std 13	0,107	0,886	0,525				
std 17	0,368						
std 15	0,107	0,525	0,885				
Setting							
Setting Gap	0,064	0,576	0,958	0,164	0,806	0,576	0,341
Setting Loop	0,147	0,365	0,928				
HOT CUT							
Setting air TC	0,368						

HASIL AKHIR							
MARET							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll entry							
std 15	0,792	0,792	0,108	0,349			
std 5	0,368						
std 7	0,294	1,000	0,181	0,938			
std 11	0,368						
std 9	0,368						
Setting							
Setting Gap	0,160	0,847					
Setting Loop	0,243	0,325	0,063	0,802	0,669	0,924	

HASIL AKHIR							
APRIL							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 13	0,368						

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
Roll entry							
std 13	1,000	0,368					
std 17	0,368						
std 15	1,000						
std 11	1,000						
std 16	1,000						
Setting							
Setting Gap	0,760	0,240					
Setting Loop	0,760	0,240					

HASIL AKHIR							
JULI							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 16	0,368						
std 13	0,368						
std 15	0,062	0,420	0,351	0,857	0,857		
std 11	0,368						
std 17	0,368						
Roll entry							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 15	0,230	0,230	0,941				
std 5	0,368						
std 11	0,240	0,760					
std 9	0,655						
std 16	0,520						
std 4	0,368						
std 8	0,520						
Ganti Kaliber							
std 17	0,368						
std 16	0,368						
std 15	0,160	0,847					
Setting							
Setting Gap	0,526	0,107	0,885				
Setting Loop	0,130	0,130	0,932	0,714	0,598		
HOT CUT							
Perbaikan pompa TC	0,368						

HASIL AKHIR							
AGUSTUS							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 11	0,368						
Setting							
Setting Gap	0,368						
Setting Loop	0,368						

HASIL AKHIR							
SEPTEMBER							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
Setting							
Setting Loop	0,368						

HASIL AKHIR							
OKTOBER							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 17	0,368						
Roll entry							
std 17	0,160	1,000	0,847				
std 16	0,368						
Setting							
Setting Gap	0,368						
Setting Loop	0,368						
HOT CUT							
Setting air TC	0,368						

HASIL AKHIR							
NOVEMBER							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							

Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
std 11	0,368						
std 19	0,368						
Roll entry							
std 15	0,368						
std 11	0,368						
Setting							
Setting Loop	0,368						

HASIL AKHIR							
DESEMBER							
Perhitungan waktu (Jenis kegiatan)	1	2	3	4	5	6	7
STAND							
Pergantian + Perbaikan Komponen							
Roll guide							
std 17	0,240	0,760					
Setting							
Setting Loop	0,110	0,506	0,892				

Lampiran G

Kuisisioner pengukuran *Value Engineering*

ATURAN PENILAIAN :

1. Memberikan penilaian dalam *range* 1-10. Semakin tinggi nilainya, maka semakin baik kegiatan tersebut diterapkan.
2. Jawaban bersifat subjektif, artinya sesuai dengan prespektif dari masing-masing orang yang mengisi.
3. Semakin tinggi nilai yang diberikan, maka semakin baik perbaikan yang diterapkan.

Nama :

Jabatan:

PERTANYAAN

1. Kegiatan yang diperbaiki : tidak ada (artinya kegiatan yang akan dievaluasi adalah kegiatan yang sedang dijalankan)

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan sekarang dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan sekarang dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan sekarang dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan sekarang dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan sekarang dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

2. Kegiatan yang diperbaiki : *Greasing* yang awalnya dilakukan setelah 100 *billet* dikerjakan, kini dilakukan setelah 75 *billet* dikerjakan

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah										

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

3. Kegiatan yang diperbaiki : *Nozzle* yang awalnya memiliki selang 1” (selang air) dan ½” (selang antara penyemprot dengan selang air) , sekarang diganti menjadi ½” (selang air) dan ¼” (selang antara penyemprot dengan selang air)

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

4. Kegiatan yang diperbaiki : Melakukan *controlling* berupa monitoring dan *checksheet* selama 1 shift 3 kali

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

5. Kegiatan yang diperbaiki : Melakukan pergantian *greasing* 75 *billet* dan pergantian selang *Nozzle*

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

6. Kegiatan yang diperbaiki : Melakukan pergantian *greasing* 75 *billet* dan monitoring *checksheet* selama 1 *shift* 3 kali

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

7. Kegiatan yang diperbaiki : Melakukan pergantian selang *Nozzle* dan monitoring *checksheet* selama 1 shift 3 kali

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

8. Kegiatan yang diperbaiki : Melakukan pergantian *greasing 75 billet*, pergantian selang *Nozzle*, dan monitoring *checksheet* selama 1 shift 3 kali

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah <i>reject</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan <i>trouble</i> lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menjamin bahwa										

Pertanyaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peralatan yang digunakan tidak mudah rusak?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghabiskan gas dan listrik lebih sedikit?										
Apakah kegiatan tersebut dapat menghasilkan jumlah produk lebih banyak?										

Lampiran H

Perhitungan Excel *Value Engineering*

Keterangan :

VE STD	1
K	11011009,48

	Tanpa perbaikan				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	7	8	8	8	8
Agus	9	8	9	7	8
Purwanto	7	8	7	8	5
Pujianto	8	7	7	10	7
Maulud H.	8	9	6	5	8
Baseri	8	8	5	7	8
Nanang	8	9	7	9	8
Riyanto	8	9	7	9	9
Abu Rochim	8	9	8	8	8
Sutikno	8	9	7	7	9
TOTAL (KESELURUHAN)	79	84	71	78	78
TOTAL (PER KRITERIA)	79	78		78	

TOTAL (ALTERNATIF)	157
Biaya	1.728.728.489,05
VE	1,00

	Greasing dilakukan setiap 75 billet dikerjakan				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	7	7	8	8	8
Agus	10	8	9	7	7
Purwanto	8	7	8	8	8
Pujianto	8	7	7	9	7
Maulud H.	8	8	9	9	8
Baseri	7	8	7	8	7
Nanang	7	8	9	8	8
Riyanto	8	8	7	9	8
Abu Rochim	8	8	8	7	8
Sutikno	9	8	8	7	8
TOTAL (KESELURUHAN)	80	77	80	80	77
TOTAL (PER KRITERIA)	80	79		79	
TOTAL (ALTERNATIF)	159				
Biaya	1.732.602.289,05				
VE	1,01				

	Selang Nozzle diganti				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	7	8	8	8	8
Agus	6	7	8	9	7
Purwanto	7	8	8	8	8
Pujianto	6	6	6	7	7
Maulud H.	7	7	7	6	7
Baseri	6	8	6	7	6
Nanang	6	7	8	7	7
Riyanto	7	8	8	8	8
Abu Rochim	8	9	8	8	7
Sutikno	8	9	8	9	8
TOTAL (KESELURUHAN)	68	77	75	77	73
TOTAL (PER KRITERIA)	68	76		75	
TOTAL (ALTERNATIF)	143				
Biaya	1.729.508.489,05				
VE	0,91				

	Checksheet/ controlling				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	8	8	8	8	8
Agus	8	9	9	8	10
Purwanto	8	8	8	8	9
Pujianto	6	7	7	6	6
Maulud H.	8	8	8	6	7
Baseri	7	8	6	7	6
Nanang	7	8	8	7	8
Riyanto	8	8	7	8	7
Abu Rochim	8	9	7	7	8
Sutikno	8	9	7	7	9
TOTAL (KESELURUHAN)	76	82	75	72	78
TOTAL (PER KRITERIA)	76	79		75	
TOTAL (ALTERNATIF)	151				
Biaya	1.734.728.489,05				
VE	0,96				

	Greasing 75 billet + Selang Nozzle diganti				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	8	8	8	7	8
Agus	9	10	8	9	8
Purwanto	8	7	8	8	8
Pujianto	7	7	7	6	7
Maulud H.	7	7	7	6	7
Baseri	7	8	6	8	6
Nanang	8	8	8	7	7
Riyanto	7	8	7	8	8
Abu Rochim	8	8	8	8	7
Sutikno	8	8	8	7	8
TOTAL (KESELURUHAN)	77	79	75	74	74
TOTAL (PER KRITERIA)	77	77		74	
TOTAL (ALTERNATIF)	151				
Biaya	1.738.602.289,05				
VE	0,96				

	Greasing 75 billet + controlling checksheet				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	8	8	8	8	8
Agus	7	8	9	8	7
Purwanto	8	7	8	8	8
Pujianto	7	7	7	7	7
Maulud H.	7	7	7	6	7
Baseri	8	8	6	6	6
Nanang	8	8	7	6	6
Riyanto	8	8	7	8	8
Abu Rochim	8	8	7	7	8
Sutikno	8	8	7	7	8
TOTAL (KESELURUHAN)	77	77	73	71	73
TOTAL (PER KRITERIA)	77	73		72	
TOTAL (ALTERNATIF)	149				
Biaya	1.738.602.289,05				
VE	0,94				

	Selang Nozzle diganti + controlling checksheet				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	8	8	7	8	8
Agus	8	7	9	8	7
Purwanto	7	8	8	8	7
Pujianto	6	7	6	6	7
Maulud H.	7	7	7	6	7
Baseri	6	7	6	7	6
Nanang	8	7	8	6	7
Riyanto	7	7	7	8	7
Abu Rochim	8	8	8	7	7
Sutikno	8	8	8	7	7
TOTAL (KESELURUHAN)	73	74	74	71	70
TOTAL (PER KRITERIA)	73	74		71	
TOTAL (ALTERNATIF)	144				
Biaya	1.735.508.489,05				
VE	0,91				

	Greasing 75 billet, Selang Nozzle diganti, controlling checksheet				
	Defect	Efisien		Produktivitas	
Nama	Jumlah Defect lebih sedikit?	Bakal jarang trouble?	Menjamin alat" tidak mudah rusak?	Bisa menghabiskan sedikit gas, listrik ?	Jumlah produksi meningkat?
Alfan	7	8	8	8	7
Agus	8	10	10	9	8
Purwanto	8	8	7	8	7
Pujianto	5	5	5	5	5
Maulud H.	7	7	7	6	7
Baseri	7	7	6	6	6
Nanang	8	8	8	7	7
Riyanto	7	8	7	8	7
Abu Rochim	8	8	8	8	8
Sutikno	8	8	8	8	8
TOTAL (KESELURUHAN)	73	77	74	73	70
TOTAL (PER KRITERIA)	73	76		72	
TOTAL (ALTERNATIF)	145				
Biaya	1.739.382.289,05				
VE	0,91				

Lampiran I

Perhitungan kerugian finansial untuk jenis *defect* garis (*lining*), kempong (*underfill*), dan mluntir (*twisting*)

a. Kondisi eksisting

Perhitungan porporosi

Porporosi penggunaan	Jumlah	Gas	Listrik	Material	<i>Lost Time Opp (Defect)</i>	<i>Lost Time Opp (Time)</i>	TOTAL LT
Garis	0,400568212	3218,09	9328,36	76,56	178,64	9236,30	9414,94
Kempong	0,12308383	988,83	2866,35	23,52	54,89	2838,07	2892,96
Mluntir	0,06753346	542,55	1572,71	12,91	30,12	1557,19	1587,30

Biaya

Jenis <i>Defect</i>	Jumlah	Gas	Listrik	Material	<i>Lost Time Opp</i>	TOTAL
Garis	76,56	Rp 9.277.754,95	Rp 9.297.946,57	Rp 670.387.135,79	Rp 81.458.054.190,25	Rp 82.147.017.027,56
Kempong	23,52	Rp 2.850.804,37	Rp 2.857.008,71	Rp 205.991.922,36	Rp 25.029.867.487,29	Rp 25.241.567.222,73
Mluntir	12,91	Rp 1.564.175,27	Rp 1.567.579,46	Rp 113.023.353,45	Rp 13.733.351.907,09	Rp 13.849.507.015,26

b. Kondisi baru

Perhitungan porporosi

Porporosi penggunaan	Jumlah	Gas	Listrik	Material	<i>Lost Time Opp (Defect)</i>	<i>Lost Time Opp (Time)</i>	TOTAL LT
Garis	0,367545455	2952,79	8559,33	70,25	163,91	8474,86	8638,77
Kempong	0,052619021	422,73	1225,38	10,06	23,47	1213,29	1236,76
Mluntir	0,034317483	275,70	799,18	6,56	15,30	791,29	806,60

Biaya

Jenis Defect	Jumlah	Gas	Listrik	Material	Lost Time Opp	TOTAL
Garis	52,56	Rp 8.512.898,84	Rp 8.531.425,86	Rp 615.120.564,85	Rp 74.742.669.764,45	Rp 75.374.834.653,99
Kempong	7,52	Rp 1.218.734,71	Rp 1.221.387,10	Rp 88.062.691,31	Rp 10.700.407.418,25	Rp 10.790.910.231,37
Mluntir	4,91	Rp 794.843,88	Rp 796.573,74	Rp 57.433.411,21	Rp 6.978.674.967,22	Rp 7.037.699.796,06

BIOGRAFI PENULIS



Rizky Indah Permatasari lahir di Surabaya, Jawa Timur, pada 26 Agustus 1997. Ia mengenyam dan menyelesaikan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Teknik Industri.

Pengalaman yang didapat selama kuliah berlangsung adalah dengan mengikuti sejumlah kegiatan organisasi, seperti menjadi mentor di kegiatan pengkaderan baik di jurusan maupun institut, serta menjadi sekretaris dan bendahara di *national event*. Selain itu, ia mengikuti kegiatan kepedulian sosial HIV AIDS yang diadakan oleh AIESEC Surabaya pada tahun 2016, kemudian dilanjutkan dengan menjabat sebagai Project Manager di Finance and Governance AIESEC Surabaya pada tahun 2017, hingga Vice President AIESEC Surabaya pada tahun 2018.

Selain pengalaman di bidang organisasi, ia juga mengikuti kegiatan *exchange* di Singapura berupa studi ekskursi di berbagai universitas dan perusahaan. Kegiatan ini memicunya untuk mempelajari lebih mengenai manufaktur, sosial dan ekonomi, mengingat agenda yang ditetapkan adalah perpaduan antara ilmu pengetahuan dan implementasi di masyarakat.

Berbicara mengenai manufaktur, sejak kecil ia tertarik sekali mengikuti acara *Formula One*, hingga mempelajari jenis mobil dan proses yang dilakukan. Pemicunya semakin bertambah ketika mengikuti kegiatan pelatihan yang diadakan di Teknik Industri seperti AUTO CAD, QIET, dan ARENA, kemudian mengikuti kegiatan *recuiting application* asisten laboratorium Sistem Manufaktur, serta studi ekskursi di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Sehingga ia berniat untuk meneliti di bidang manufaktur bagian kualitas proses produksi.

Buku ini merupakan karya pertama dalam penelitian yang dilakukan. Apabila ada kritik dan saran, dapat menghubungi p.rizkyindah@yahoo.com.